



BAND 40

# Braunkohle – Irrläufer der deutschen Stromerzeugung

Ein Policy Paper von **Arne Jungjohann** und **Craig Morris**





# **BRAUNKOHLE – IRLÄUFER DER DEUTSCHEN STROMERZEUGUNG**



**HEINRICH BÖLL STIFTUNG  
SCHRIFTEN ZUR ÖKOLOGIE  
BAND 40**

# **Braunkohle – Irrläufer der deutschen Stromerzeugung**

**Ein Policy Paper von Arne Jungjohann und Craig Morris (unter Mitarbeit von Thomas Gerke)**

**Herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung**

## Die Autoren

**Arne Jungjohann** ist Politikwissenschaftler, Twitterbrainer und freischaffender politischer Berater. Er berät Stiftungen, Regierungen und Think Tanks auf beiden Seiten des Atlantiks mit den Schwerpunkten «politische Kommunikation», «strategische Ausrichtung» und «Energie- und Klimapolitik». Zuvor arbeitete er für die grün-rote Landesregierung in Baden-Württemberg, die Heinrich-Böll-Stiftung in Washington DC, den Bundestagsabgeordneten Reinhard Loske und im familieneigenen Betrieb. Er studierte an der Philipps Universität in Marburg und der Freien Universität Berlin. Arne Jungjohann ist Gründer des Ortsverbandes Washington DC von Bündnis 90/DIE GRÜNEN und lebt zurzeit in Stuttgart. [www.ArneJungjohann.de](http://www.ArneJungjohann.de)

**Craig Morris** kam in New Orleans zur Welt, lebt aber seit 1992 in Freiburg und Berlin. Er arbeitet projektweise als Berater, zuletzt bei IRENA in Bonn. Bekannt ist er vor allem durch seine Veröffentlichungen zur Energiewende, die seit 2010 täglich auf [RenewablesInternational.net](http://RenewablesInternational.net) und mehrmals wöchentlich auf [EnergyTransition.de](http://EnergyTransition.de) erscheinen. Für diese Arbeiten bekam er 2014 den Preis in Energiejournalismus von der International Association for Energy Economics (IAEE). Er ist Autor zweier Bücher zur Energiewende: *Zukunftsenergien* und *Energy Switch*. Im Jahr 2008 war er Mitgründer von *PV Magazine*; in den Jahren 2009-2011 betreute er bei seinem Übersetzungsdienst Petite Planète die englischsprachige Ausgabe von *neue energie*. [www.petiteplanete.org](http://www.petiteplanete.org)

**Thomas Gerke** ist Medieninformatiker, mit einer Leidenschaft für Informationsdesign und der Kommunikation der Energiewende. Seit dem Jahr 2012 ist er freischaffend als Blogger und Designer zu Energiethemen im Internet präsent. [www.mehrwertenergie.de](http://www.mehrwertenergie.de)



Diese Publikation wird unter den Bedingungen einer Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/> Eine elektronische Fassung kann heruntergeladen werden. Sie dürfen das Werk vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen. Es gelten folgende Bedingungen: Namensnennung: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen (wodurch aber nicht der Eindruck entstehen darf, Sie oder die Nutzung des Werkes durch Sie würden entlohnt). Keine kommerzielle Nutzung: Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Keine Bearbeitung: Dieses Werk darf nicht bearbeitet oder in anderer Weise verändert werden.

Braunkohle – Irrläufer der deutschen Stromerzeugung

Ein Policy Paper von Arne Jungjohann und Craig Morris (unter Mitarbeit von Thomas Gerke)

Band 40 der Schriftenreihe Ökologie

Herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung 2014

Gestaltung: feinkost Designnetzwerk, C. Mawrodiew (basierend auf Entwürfen von blotto Design)

Cover-Photo: Tobias Arhelger – Fotolia.com

Druck: Druckerei Arnold, Großbeeren

Übersetzung aus dem Englischen: translationes

ISBN 978-3-86928-134-6

Bestelladresse: Heinrich-Böll-Stiftung, Schumannstr. 8, 10117 Berlin

**T** +49 30 28534-0 **F** +49 30 28534-109 **E** [buchversand@boell.de](mailto:buchversand@boell.de) **W** [www.boell.de](http://www.boell.de)

# INHALT

Vorwort	7
Zusammenfassung	9
<b>1 Die Nutzung der Kohle in Deutschland seit 1990</b>	<b>11</b>
1.1 Kohle in der Stromerzeugung	14
1.2 Nettoexport, «Residuallast» und Emissionen	20
<b>2 Ursachen für den Bau neuer Kohlekraftwerke</b>	<b>24</b>
2.1 Kaum Anreize für Investitionen in Erneuerbare Energien	32
2.2 Energieversorger bedauern die Investitionen in neue Kohlekraftwerke	33
<b>3 Bleibt die Braunkohle rentabel bis in die 2020er Jahre?</b>	<b>34</b>
3.1 Die EU macht strengere Emissionsvorgaben für Kohlekraftwerke	34
3.2 Das Kapazitäten-Paradox: Mehr Megawatt erzeugen weniger Megawattstunden	35
3.3 Stromexporte – der Rettungsanker für fossile Kraftwerke?	36
<b>4 Politische Empfehlungen</b>	<b>39</b>
Literatur	43



# VORWORT

Die deutsche Energiewende gilt weltweit als *die* Reformwerkstatt zur Dekarbonisierung des Stromsektors ohne Atomkraft. Kaum ein Thema erweckt so viel Interesse, aber auch Skepsis wie die Pläne der Bundesregierung, bis 2050 80 Prozent des Strombedarfs mit Erneuerbaren Energien zu decken und zugleich bis 2022 komplett aus der Atomkraft auszusteigen. An dem Gelingen oder Scheitern der Energiewende wird sich entscheiden, ob weitere Staaten Erneuerbare Energien nicht nur als ein Nischenphänomen behandeln, sondern die Erneuerbaren als die tragende Säule ihrer Stromversorgung ausbauen.

Doch zurzeit hagelt es nicht nur von den Skeptikern Kritik an der Energiewende. Denn in den Jahren 2012/2013 stiegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stromsektor aufgrund einer zunehmenden Verstromung von Kohle, vor allem Braunkohle. Dies gefährdet massiv die Glaubwürdigkeit des Dekarbonisierungsprojektes. Denn die zentrale Legitimation der jährlichen Investitionen in Erneuerbare Energien in Höhe von 20 Milliarden Euro ist – neben einer risikoärmeren und importunabhängigen Stromversorgung – der Klimaschutz. Umfragen innerhalb der deutschen Bevölkerung machen deutlich: Die Bevölkerung akzeptiert steigende Strompreise trotz gegenläufiger «Kostenkampagnen», weil sie dies als notwendige Klimaschutzinvestition versteht und bejaht. Führt die Energiewende nicht zu einer Abnahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen, dann ist die Akzeptanz der Energiewende im In- und Ausland massiv gefährdet.

Die vorliegende Publikation wurde zuerst auf Englisch von unserem Büro in Washington veröffentlicht, um einem amerikanischen Publikum die Hintergründe der steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erklären und Auswege aus diesem «Energiewendeparadox» aufzuzeigen. Ziel war es, in der internationalen Expertengemeinde eine sachliche Debatte über die gegenwärtigen Kohle-Probleme anzustoßen und einer Diskreditierung der Energiewende im Ausland entgegenzuwirken.

Auch in Deutschland ist die zunehmende Kohleverstromung im Fokus der Debatte. Selbst Umweltministerin Hendricks machte deutlich, dass die Bundesrepublik ihre Klimaziele für 2020 nicht erreichen wird, wenn die Kohle in der Stromerzeugung nicht zurückgedrängt wird. Die vorliegende Publikation gibt einen hervorragenden Einblick über die Gründe dieses sogenannten «Energiewendeparadoxes»; sie richtet zudem den Blick auf Phänomene, die in der deutschen Debatte kaum diskutiert werden. So wird deutlich, dass selbst ambitionierte Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien das Kohle-Problem nicht automatisch lösen würden. Denn es existiert, so die Autoren Craig Morris und Arne Jungjohann, auch ein «Kapazitätsparadox»: Wir haben – auch durch die neuen Kohlekraftwerke der letzten Jahre und trotz des Atomausstiegs – Überkapazitäten an konventionellen

Kraftwerken. Je stärker jedoch die Erneuerbaren Energien wachsen, desto weniger brauchen wir diese Kraftwerke, um die Nachfrage nach Strom zu bedienen. Dieses Paradox – mehr installierte Leistung (MW) erzeugt weniger Strom (Mwh) im Inland – führt dazu, dass die Preise fallen und die Nachfrage aus dem Ausland steigt. Wir exportieren so viel Strom in unsere Nachbarländer wie nie zuvor, und diese Exportrekorde sind zurzeit der Rettungsanker für die deutschen Kohlekraftwerke.

Die Autoren Craig Morris und Arne Jungjohann – ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt – machen in ihrem Papier deutlich: Damit das Energiewendeland Deutschland in Zukunft nicht Europas größter Kohlestromexporteur wird, braucht es in Deutschland einen geordneten Kohleausstieg. Die Autoren machen gezielte Vorschläge, mit welchen Instrumenten dies kurz- und mittelfristig gelingen kann.

Die Instrumente liegen auf dem Tisch. Klimapolitisch ist der Ausstieg aus der Kohle, besonders der Braunkohle, alternativlos. Politisch ist der Ausstieg steinig: Der Wohlstand von einigen Regionen hängt bisher am heimischen Braunkohlebergbau, und der Verzicht auf billige heimische Ressourcen muss gegen vielfältige Interessen durchgesetzt werden. Ein Ausstieg wird nur gelingen, wenn die Perspektive eines Kohleausstieges verbunden wird mit ökonomischen Alternativen für die Betroffenen und einem weiteren Ausbau der Erneuerbaren, notwendiger innerdeutscher Stromtrassen und Energiespeicher.

Berlin, im Oktober 2014

Dorothee Landgrebe

*Ökologiereferentin der Heinrich-Böll-Stiftung*

# ZUSAMMENFASSUNG

Die Energiewende ist erfolgreicher, als selbst die meisten ihrer Befürworter erwartet hätten. Die Erneuerbaren Energien wurden schneller ausgebaut als von vielen vorhergesagt, allen voran die Photovoltaik. Doch selbst wenn der Ausbau von Wind- und Sonnenkraft im nächsten Jahrzehnt auf Kurs bleibt, wird sich die Braunkohle in der Stromerzeugung auf hohem Niveau, auch aufgrund steigender Stromexporte, stabilisieren. Dieses Ergebnis konterkariert die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung und gefährdet den internationalen Vorbildcharakter der Energiewende.

Zwar hat der Zubau der Erneuerbaren Energien über die letzten Jahre den weggefallenen Atomstrom mehr als kompensiert. Das heißt, zuletzt ans Netz genommene Kohlekraftwerke waren nicht erforderlich, um den Atomausstieg abzusichern. Doch innerhalb der fossilen Energieträger lässt sich eine Verschiebung feststellen, die klimapolitisch ernüchternd ist. Unter den heutigen Rahmenbedingungen auf dem Strommarkt werden die weniger klimaschädlichen Kapazitäten zuerst aus dem Markt gedrängt: zuerst Gas, dann Steinkohle, dann erst die – klimaschädlichste Erzeugungsform – Braunkohle.

Die Verschiebung zugunsten von Braunkohlestrom wurde durch ein wachsendes Überangebot an Erzeugungskapazitäten forciert. Von der Politik unterstützt haben Energiekonzerne und viele Stadtwerke in den letzten Jahren in neue Kapazitäten konventioneller Kraftwerke investiert. Anreize dafür wurden vor rund zehn Jahren u.a. mit dem Emissionshandel gesetzt. Diese Investitionswelle und der unerwartet schnelle Ausbau der Erneuerbaren Energien führten zu Überkapazitäten auf dem deutschen Strommarkt – trotz der Abschaltung von acht Atomkraftwerken im Jahre 2011.

Je stärker die Erneuerbaren Energien wachsen, desto weniger werden konventionelle Kraftwerke benötigt, um die Nachfrage nach Strom zu bedienen. Dieses Kapazitäten-Paradox – mehr installierte Leistung (MW) erzeugt weniger Strom (MWh) – führt dazu, dass konventionelle Kraftwerke immer seltener ausgelastet sind. Durch das Überangebot fallen die Preise auf den Großhandelsmärkten. Fallende Preise kurbeln die Nachfrage an, auch im Ausland. In Zukunft werden die Nachbarländer noch mehr Strom aus Deutschland einkaufen können, weil Kuppelstellen zum deutschen Stromnetz, die bisher als Nadelöhr wirkten, ausgebaut werden. Die Betreiber von deutschen Kohlekraftwerken werden ihr Geschäft darauf ausrichten, die Nachfrage aus dem Ausland zu bedienen. Die Stromexporte drohen so zum Rettungsanker für deutsche Kohlekraftwerke zu werden.

Werden die Ausbauziele der Erneuerbaren Energien für 2020–2025 erreicht, wird zwar dieser Zuwachs die bis dahin vom Netz gehenden Atomkraftwerke leicht ersetzen. Die fossilen Energieträger im Stromsektor dürften von den Erneuerbaren hingegen kaum verdrängt werden. Im Gegenteil: Sollte die Nachfrage aus dem Ausland anhalten bzw. steigen, droht Deutschland seine Position als Europas größter Kohlestromexporteur zu festigen.

Ein geordneter Kohleausstieg wäre die sinnvollste Maßnahme, um Fehlinvestitionen in weitere Kohlekraftwerke zu vermeiden. Ein klimapolitisch motivierter Kohleausstieg könnte sich in Deutschland zunächst auf den Rückbau der umweltschädlichsten Braunkohlekraftwerke konzentrieren, zum Beispiel durch eine Beschränkung der Betriebszeiten auf 35 Jahre. Dies wäre nicht nur notwendig, um die Klimaziele für 2020 zu erreichen. Es hätte auch den ökonomischen Vorteil für alle Kraftwerksbetreiber, dass der Abbau der Überkapazitäten den Strompreis an der Börse steigen ließe und somit die Einnahmen aus dem Stromverkauf wieder stiegen. Die Wettbewerbsfähigkeit von Gaskraftwerken würde steigen. Solange die politischen Mehrheiten hierfür fehlen, sollten Maßnahmen vorangetrieben werden, die zumindest die Nutzung der Kohle im Stromsektor schrittweise zurückdrängen. Aufgrund der Überkapazitäten in der Stromerzeugung und dem drohenden Verfehlen der nationalen Klimaziele besteht die Notwendigkeit, dass die Bundesregierung entsprechende Maßnahmen auf nationaler und europäischer Ebene vorantreibt.

Zuallererst sollte der europaweite Emissionshandel (EU-ETS) gestärkt werden, um die CO<sub>2</sub>-Preise zu erhöhen. Doch ist offen, ob von der EU in absehbarer Zeit Impulse in diese Richtung ausgehen. Daher sollte sich Deutschland anderen EU-Mitgliedstaaten anschließen und nationale Maßnahmen ergreifen, um die Kohle in der Stromerzeugung zurückzudrängen. Dazu gehört die Abschaffung von Subventionen für konventionelle Kraftwerke, zum Beispiel bei den Ausnahmen der EEG-Umlage für den Eigenverbrauch. Die Einführung von Emissionsvorschriften, wie sie etwa die USA umsetzen, und ein nationales Klimaschutzgesetz sollten in Betracht gezogen werden. Eine Gasstrategie, die die Rolle von Erdgas, Biogas, Biowasserstoff und Biomethan festlegt und stärkt, sollte ausgearbeitet werden. Da angesichts derzeitiger Überkapazitäten die Auslastung von Kohlekraftwerken neben den Exporten ins benachbarte Ausland vor allem auch vom inländischen Stromverbrauch abhängt, ist eine Politik des Stromsparens ein zentraler Baustein, um die Abhängigkeit von der Kohle in der Stromerzeugung abzubauen.

Die große klimapolitische Herausforderung liegt eindeutig in der Braunkohle. Sie ist die größte verbliebene billige fossile Energieressource innerhalb der EU mit ihrem Vorkommen in Deutschland, Polen und der Tschechischen Republik. Anders als bei der Steinkohle gibt es keinen günstigen Ersatz auf den Weltmärkten, der den Ausstieg aus dem heimischen Bergbau zumindest volkswirtschaftlich rechtfertigt. Schon bald werden deutsche und EU-Politiker die Braunkohle als strategischen Pfeiler zur Sicherung der Stromversorgung sowie zur Stärkung des «Standorts EU» preisen. Die Herausforderung eines Ausstiegs aus der Braunkohle sollte daher nicht unterschätzt werden. Kein Industrieland der Erde hat jemals freiwillig riesige Vorkommen an billigen Ressourcen in der Erde gelassen. Doch der Braunkohleausstieg muss kommen. Klimapolitisch führt kein Weg daran vorbei.

# 1 Die Nutzung der Kohle in Deutschland seit 1990

Deutschland ist immer noch ein großer Kohleproduzent. Weltweit nahm das Land 2012 beim Steinkohleabbau den siebten, beim Braunkohleabbau den ersten Platz ein (siehe Tabelle 1). Bei der weltweiten Nutzung von Kohle hat Deutschland jedoch 2012 mit 3 Prozent einen relativ kleinen Marktanteil. Es liegt damit weit hinter China (48 Prozent), den USA (11 Prozent) und Indien (10 Prozent) (IEA 2013).

Deutschland verfügt über schätzungsweise 2,5 Milliarden Tonnen Steinkohle-reserven, von denen bis zum Auslauf der Subventionen für den Bergbau 2018 lediglich 37 Millionen Tonnen abgebaut werden. Bis dahin werden die Stromproduzenten in Deutschland vollständig von heimischer Steinkohle auf Importe umstellen.

Deutschland importiert Steinkohle wie viele seiner westeuropäischen Nachbarn aus Russland, Kolumbien, den USA, Australien und Südafrika. Verglichen mit seinen relativ kleinen und teuren Steinkohlevorräten verfügt Deutschland mit über 40 Milliarden Tonnen günstiger Braunkohle über erhebliche Vorräte dieses Energieträgers. Bemessen an der derzeitigen Abbaurate reichen diese Vorräte noch mehr als 200 Jahre. Die in hiesigen Kraftwerken eingesetzte Braunkohle stammt

**Tabelle 1: Die zehn größten Kohleproduzenten, in Millionen Tonnen (2012)**

	Steinkohle	Braunkohle
China	3549	–
USA	935	72
Indien	595	43
Indonesien	443	–
Australien	421	–
Russland	359	78
Südafrika	259	–
Deutschland	197	185
Polen	144	64
Kasachstan	126	–

### Abb. 1: Kohleabbaugebiete in Deutschland

In Deutschland ist die Kohle traditionell ein wichtiger Bestandteil der Wirtschaft: Durch die Erschließung enormer Kohlevorkommen im Ruhrgebiet wurden viele Industrieunternehmen angezogen, und es entstand mit mehr als fünf Millionen Einwohnern das größte Ballungsgebiet Deutschlands: Während diese Region weitgehend für ihre Steinkohle bekannt ist, wird es Deutschland zunehmend für seinen Braunkohleabbau.



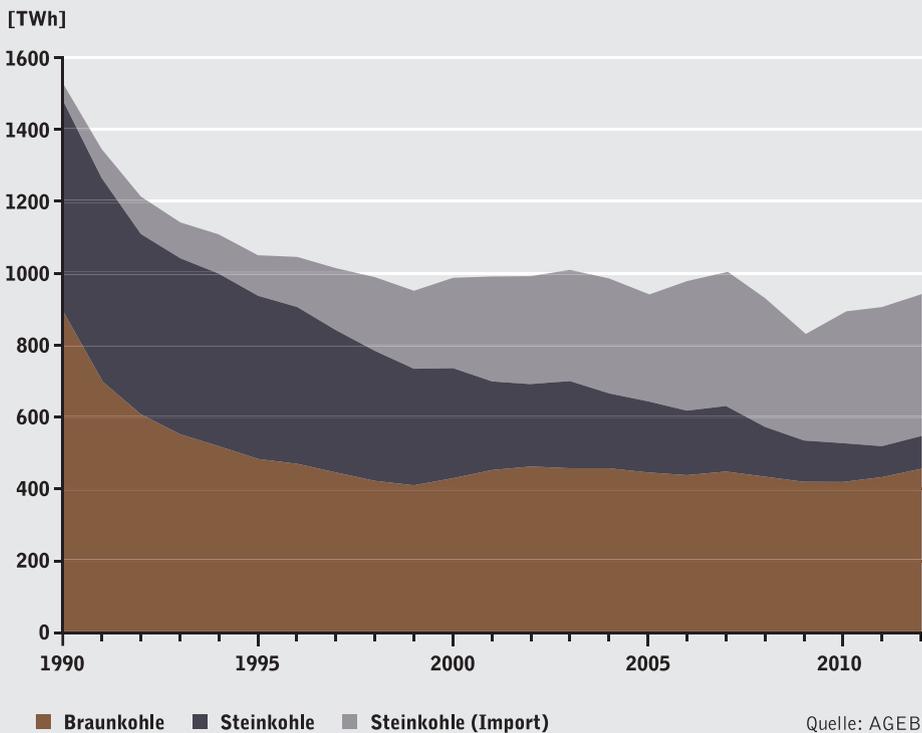
◆ Braunkohle-Revier    ▼ Steinkohle-Revier

Quelle: Euracoal, eigene Darstellung

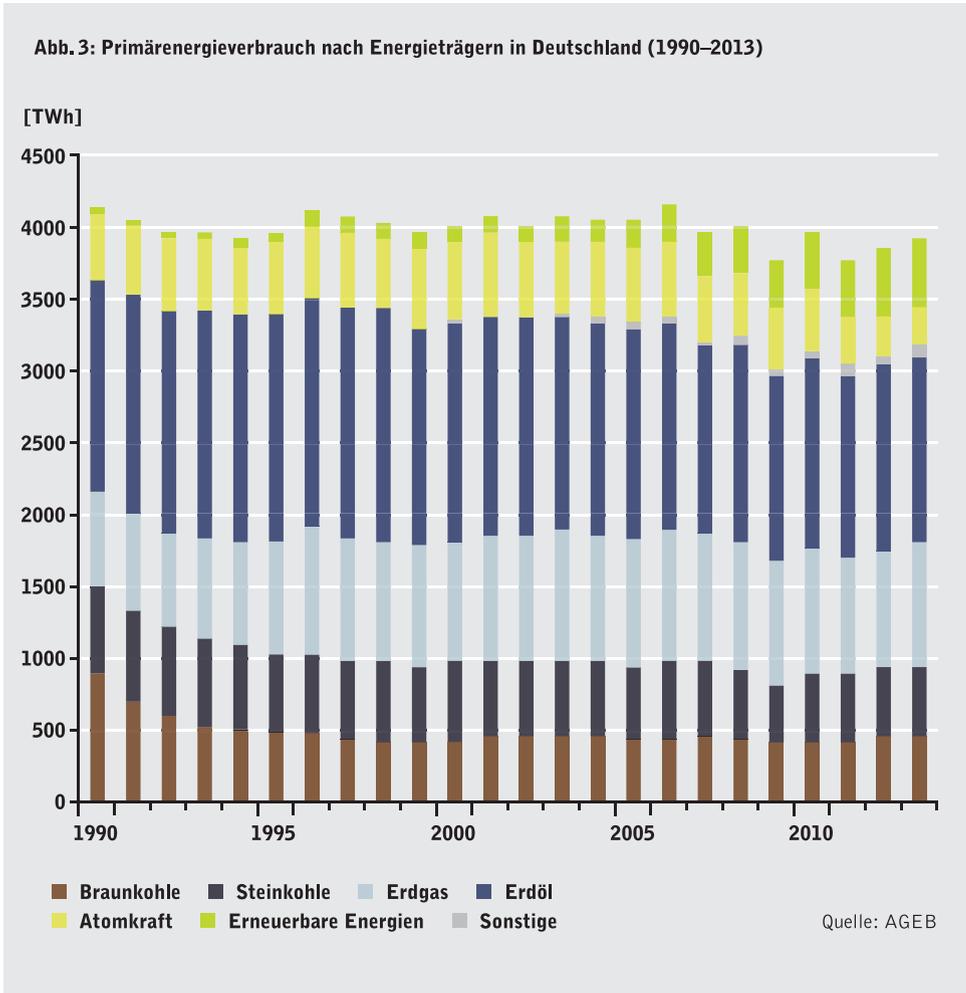
fast ausschließlich aus Tagebauen im eigenen Land. Braunkohle wird kaum auf internationalen Märkten gehandelt, da sich der Transport aufgrund der niedrigen Energiedichte und des hohen Feuchtigkeitsgehalts nicht lohnt. Angesichts begrenzter Öl- und Erdgasvorkommen ist die Braunkohle Deutschlands einzige eigene fossile Energiequelle, die in absehbarer Zukunft wirtschaftlich und in beachtlichen Mengen vorhanden ist.

Seit 1990 ist der Gesamtverbrauch von Kohle in Deutschland um ein Drittel gesunken (siehe Abbildung 2). Davon ist ein großer Anteil auf Modernisierungsmaßnahmen auf den Gebieten der ehemaligen DDR Anfang der 1990er Jahre zurückzuführen. Die Produktivität des Kraftwerksparks wurde gesteigert. Im Hausbrand wurden Kohleöfen durch Gas- und Ölheizungen ersetzt. Diese Modernisierungseffekte waren bis Mitte der 1990er Jahre weitgehend abgeschlossen. Doch auch danach sank der Gesamtverbrauch von Kohle um mehr als zehn Prozent. Der jüngste Aufwärtstrend in der Kohlenutzung nach der Wirtschaftskrise 2008 liegt noch weit unter dem Höchststand der frühen 1990er Jahre.

Abb. 2: Primärenergieverbrauch von Stein- und Braunkohle in Deutschland (1990–2013)



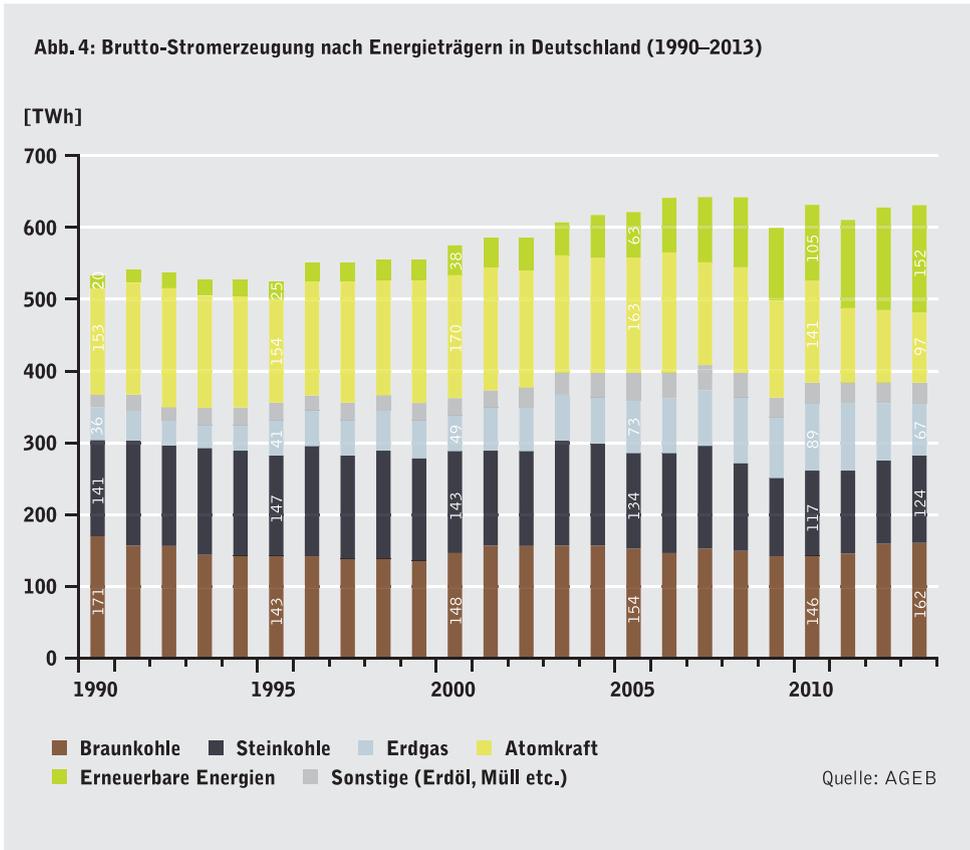
Stein- und Braunkohle stellen 2013 zusammen ca. 25 Prozent des Primärenergieverbrauchs in Deutschland dar. Die größte Energiequelle des Landes bleibt jedoch mit 33 Prozent der Brennstoff Öl, das vor allem im Verkehr genutzt wird und in der Wärmeerzeugung nach Erdgas die zweitwichtigste Energiequelle ist. Der Stromsektor ist für rund ein Fünftel des Gesamtenergiebedarfs in Deutschland verantwortlich; Wärme und Verkehr jeweils für zwei Fünftel. Der Anteil Erneuerbarer Energien an der Gesamtenergieversorgung stieg von 1990 bis 2013 von vier auf zwölf Prozent (siehe Abbildung 3).



### 1.1 Kohle in der Stromerzeugung

Deutschland ist der größte Strommarkt Europas. Seit Mitte der 1990er Jahre ist die Stromerzeugung stetig gestiegen. Die Wirtschaftskrise 2008 ließ den Verbrauch

kurzzeitig einbrechen. Seitdem wurde insgesamt nicht mehr so viel Strom erzeugt wie vor der Krise, obwohl sich die Wirtschaft in Deutschland erholt hat und der Stromexport anstieg - vielleicht ein Anzeichen für gestiegene Energieproduktivität (siehe Abb. 4).

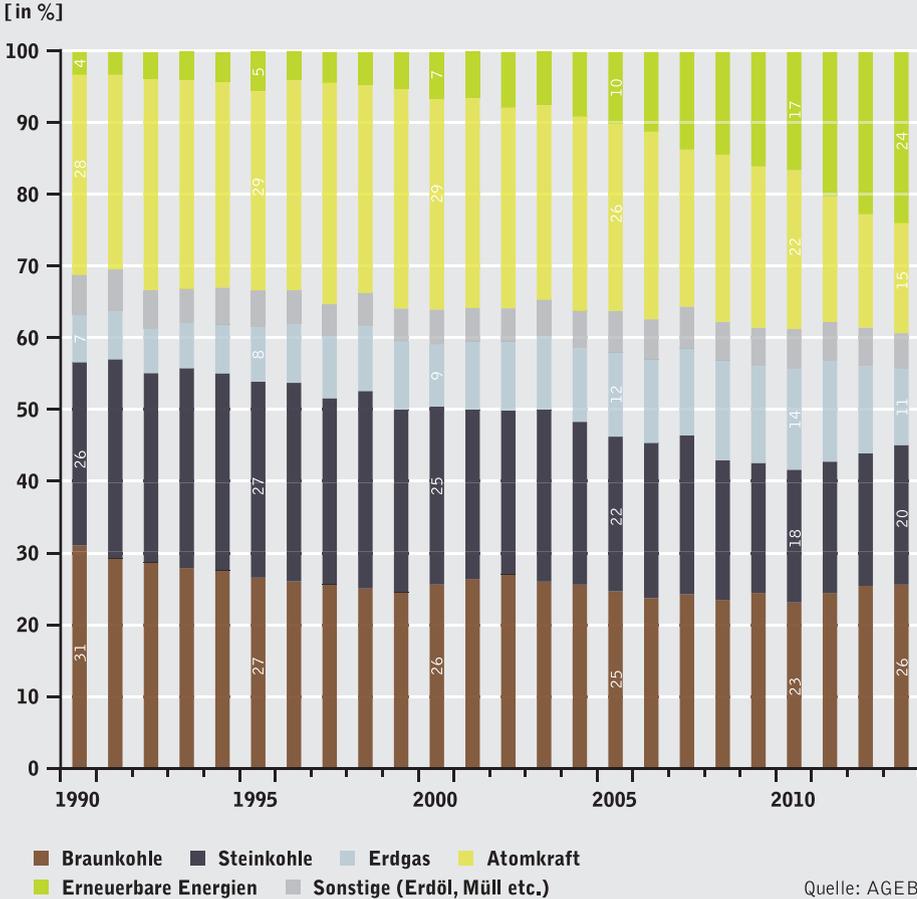


Während der 1990er Jahre war die Atomenergie mit bis zu 29 Prozent Anteil an der Strombereitstellung ein starker Pfeiler der Energieerzeugung in Deutschland. Nach dem ersten Atomausstieg 2002 sank dieser Anteil zunächst nur leicht. Nach dem Ausstieg, der 2011 auf Fukushima folgte, ist der Anteil bis heute auf 15 Prozent gefallen. Bis Ende 2022 soll der Anteil der Atomkraft komplett auf null reduziert werden.

Im Vergleich zu Kohle und Atom hat Erdgas in den letzten 20 Jahren eine geringere Bedeutung für die Stromerzeugung in Deutschland. Nach einem Anstieg zu Beginn der 2000er Jahre sank der Gasanteil zuletzt wegen vergleichsweise hoher Brennstoffkosten wieder. Durch den in Deutschland vorherrschenden Energy-only-Markt und die Merit-Order kommen Kraftwerke mit niedrigeren Brennstoffkosten (wie Atomenergie, Braunkohle und Steinkohle) öfter zum Einsatz. Nur für Erneuerbare Energien und Atomkraft wurden klare politische Ausbau- bzw. Rückbaupfade

verfolgt. Wie hoch der Anteil von Erdgas (oder anderen fossilen Energieträgern) in der Stromerzeugung sein sollte, wurde politisch hingegen offen gelassen und weitgehend dem Markt über dem Emissionshandel überlassen.

Abb. 5: Anteile der Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern (1990–2013)



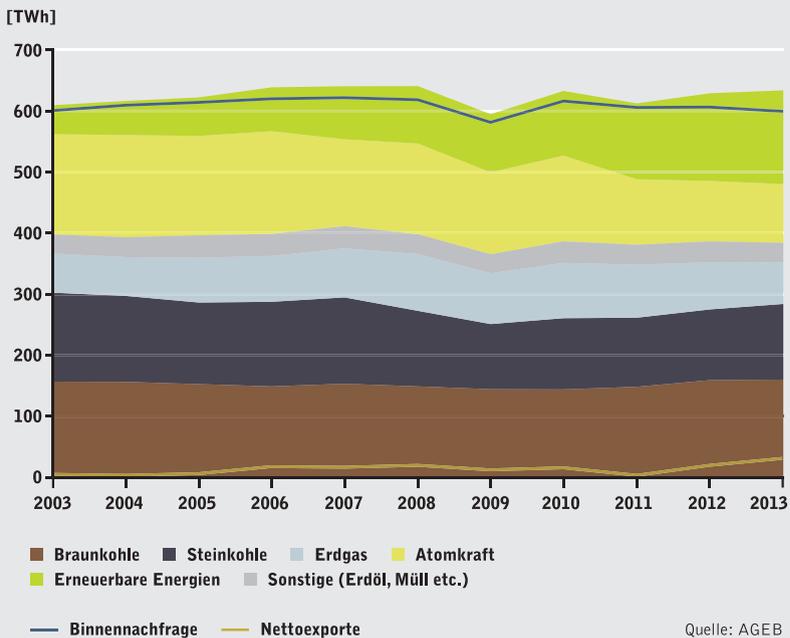
Der Anteil der Erneuerbaren Energien ist in den 1990er Jahren hauptsächlich wegen der stärker genutzten Windkraft und Biomasse von drei auf sechs Prozent angewachsen. Seit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000 stieg der Anteil der Erneuerbaren Energien stetig an. Im Jahr 2013 deckten die Erneuerbaren Energien mit 24 Prozent der Gesamtstromerzeugung (einschließlich des Nettoexports) mehr ab als Erdgas, Atomkraft oder Steinkohle. Nur der Anteil der Braunkohle war größer. Ziel der Bundesregierung ist ein Anstieg der Erneuerbaren auf 40–45 Prozent bis zum Jahr 2025 und auf 55–60 Prozent bis zum Jahr 2035.

## Die Erneuerbaren Energien haben den Atomstrom mehr als ersetzt

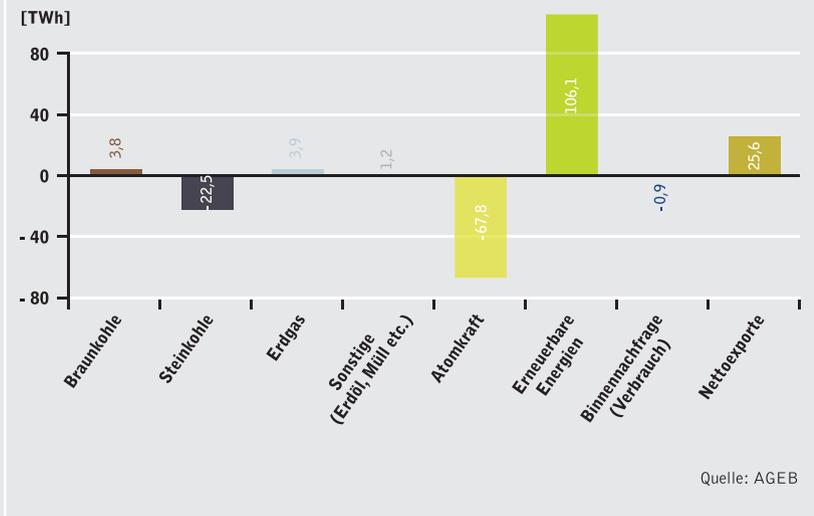
In Deutschland werden keine neuen Kohlekraftwerke gebaut, um eine Stromlücke zu schließen, die durch den Atomausstieg entstanden wäre – denn die besagte Lücke gibt es nicht. Die Erneuerbaren Energien haben die Atomenergie mehr als nur ersetzt:

- 2003, in dem planmäßig das erste AKW (Stade) vom Netz ging, wurden in Deutschland 165 TWh Strom aus Atomkraft erzeugt. Diese Zahl ist bis 2013 um 68 TWh auf 97 TWh gesunken. Im selben Zeitraum ist jedoch die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien um 101 TWh gestiegen.
- Seit 2011, also dem Jahr, in dem in Deutschland acht weitere Atomreaktoren abgeschaltet wurden, ist die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien sogar stärker angestiegen (46,9 TWh), als die Stromerzeugung aus Atomenergie gesunken ist (43,3 TWh).

**Abb. 6a: Stromerzeugung, Verbrauch und Exporte in Deutschland (2003–2013)**  
Erstes Atomkraftwerk 2003 vom Netz genommen



**Abb. 6 b: Stromerzeugung, Verbrauch und Exporte in Deutschland (2003–2013)**  
Veränderungen seit 2003

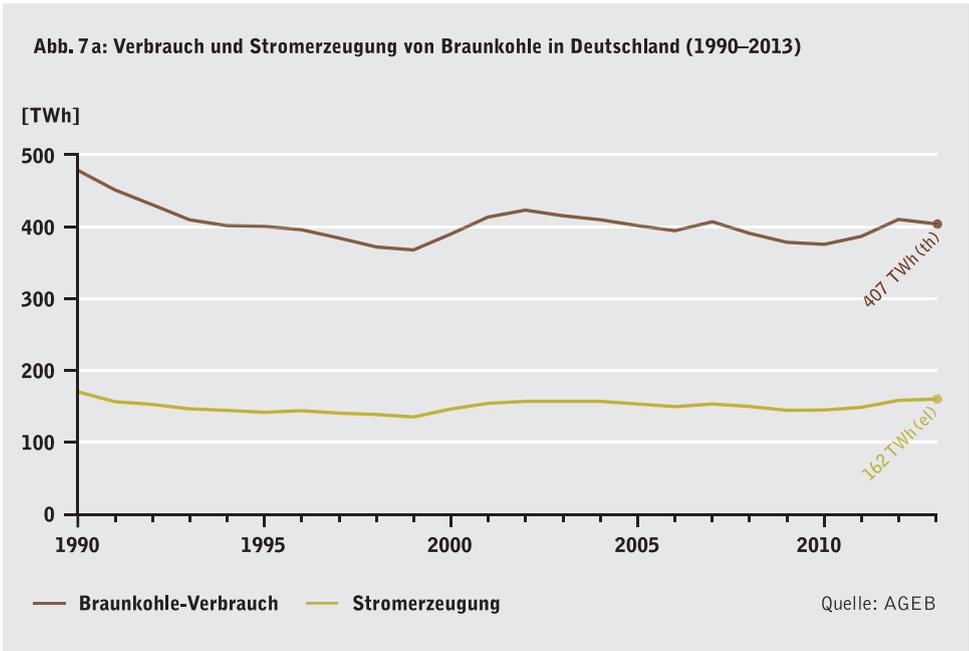


Als Ersatz für Strom aus Atomkraftwerken waren weder seit 2003 noch seit 2011 zusätzliche Kohlekraftwerke erforderlich. Der Stromverbrauch ist zwischen 2010 und 2013 sogar um 15,5 TWh gesunken. Dagegen ist die Stromerzeugung um 0,6 TWh leicht angestiegen. Die Nettostromexporte haben sich in dieser Zeit von 17,7 auf 33,8 TWh fast verdoppelt. Deutschland exportierte aufgrund der niedrigen Einkaufspreise viel mehr Strom in seine Nachbarländer.

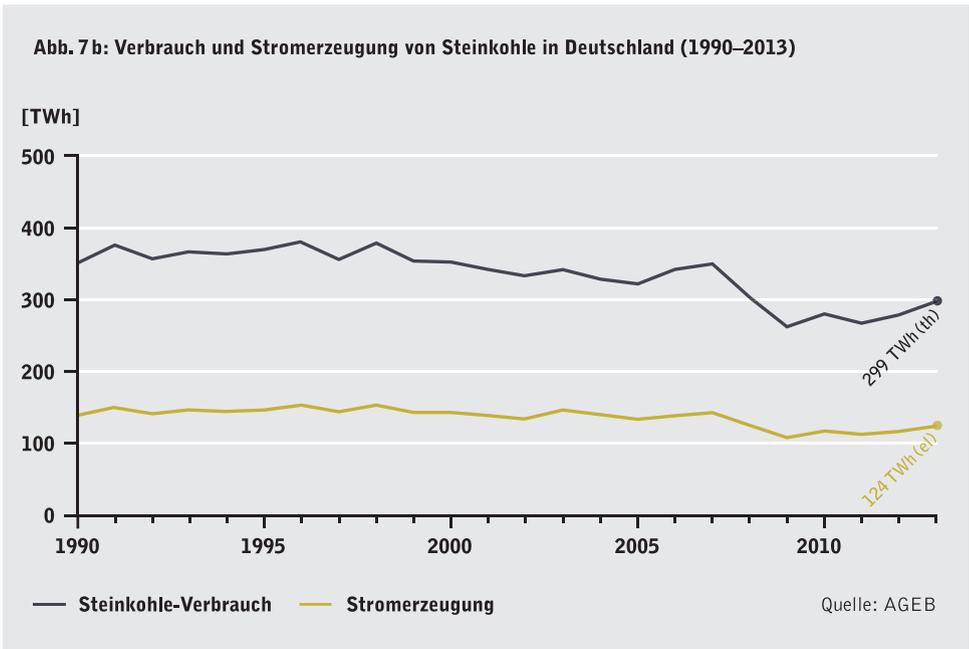
**Kohle** (sowohl Stein- als auch Braunkohle) ist ein wichtiges Standbein der Strombranche in Deutschland. Absolut betrachtet ist die Stromerzeugung aus Kohle seit 1990 in etwa konstant geblieben. Nichtsdestotrotz ist ihr relativer Anteil zwischen 1990 und 2013 von 57 auf 46 Prozent gesunken. Im gleichen Zeitraum ist die Stromerzeugung insgesamt um ca. 10 Prozent angewachsen (siehe Abb. 7a/b).

Im Jahr 2013 gab es in Deutschland – vorwiegend aufgrund steigender Stromexporte – einen Aufwärtstrend in der Kohleverstromung. Die Stromerzeugung aus Steinkohle erreichte wieder das Niveau von 2008 und Braunkohlestrom sogar das von 1990. Jedoch ist der Anteil des Kohlestroms insgesamt nicht mehr zu dem Wert zurückgekehrt, den er vor der Krise 2007 hatte.

In den letzten 20 Jahren wurde der Wirkungsgrad der Kohlekraftwerke in Deutschland kontinuierlich gesteigert. Zwischen 1990 und 2013 ging die Kohleverstromung um neun Prozent zurück, während die hierfür eingesetzte Menge an Kohle um 15 Prozent sank. In Deutschland wird heute weniger Kohle für die Erzeugung einer Energieeinheit benötigt als 1990. Dieses Mehr an Effizienz hat einen geringeren relativen CO<sub>2</sub>-Ausstoß zur Folge.



Mit der wirtschaftlichen Erholung nach 2008 und einem Anstieg der Stromexporte gab es auch einen kurzfristigen Anstieg der Kohleverstromung, allerdings nicht auf Deutschland begrenzt. Die IEA stellte für das Jahr 2012 ein «vorübergehendes Kohleieber in Europa» fest. Neben Deutschland (Anstieg um 15 TWh) haben vor



allem Großbritannien (34 TWh) und Spanien (11 TWh) deutlich mehr Strom aus Kohle produziert (IEA 2013).

Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass der Aufwärtstrend der Kohleverstromung nicht weiter anhält. Ein Anzeichen ist das erste Quartal 2014, in dem die Kohleverstromung auf einen neuen Tiefstand seit Fukushima gesunken ist. Die Stromproduktion aus Steinkohle ging im Vergleich zum Vorjahr um satte 17 Prozent zurück (Burger 2014). Durch Überkapazitäten im Kraftwerkspark sinken die jährlichen Betriebsstunden. So fiel die Auslastung von Steinkohlekraftwerken im ersten Quartal 2014 auf durchschnittlich nur 59 Prozent. 2013 lag sie noch bei 71 Prozent, in 2011 und 2012 bei 63 Prozent (Argus 2014).

Der Rückgang der Kohleverstromung für Anfang 2014 war angesichts des anhaltenden Ausbaus der Erneuerbaren Energien und des milden Winters zu erwarten (Morison 2014a). Umgekehrt war der hohe Anteil der Kohle am Strommix in 2013 auch eine Folge des ungewöhnlich kalten Winters 2012/2013, durch den der Strombedarf in Deutschland und den Nachbarländern insgesamt anstieg.

## 1.2 Nettoexport, «Residuallast» und Emissionen

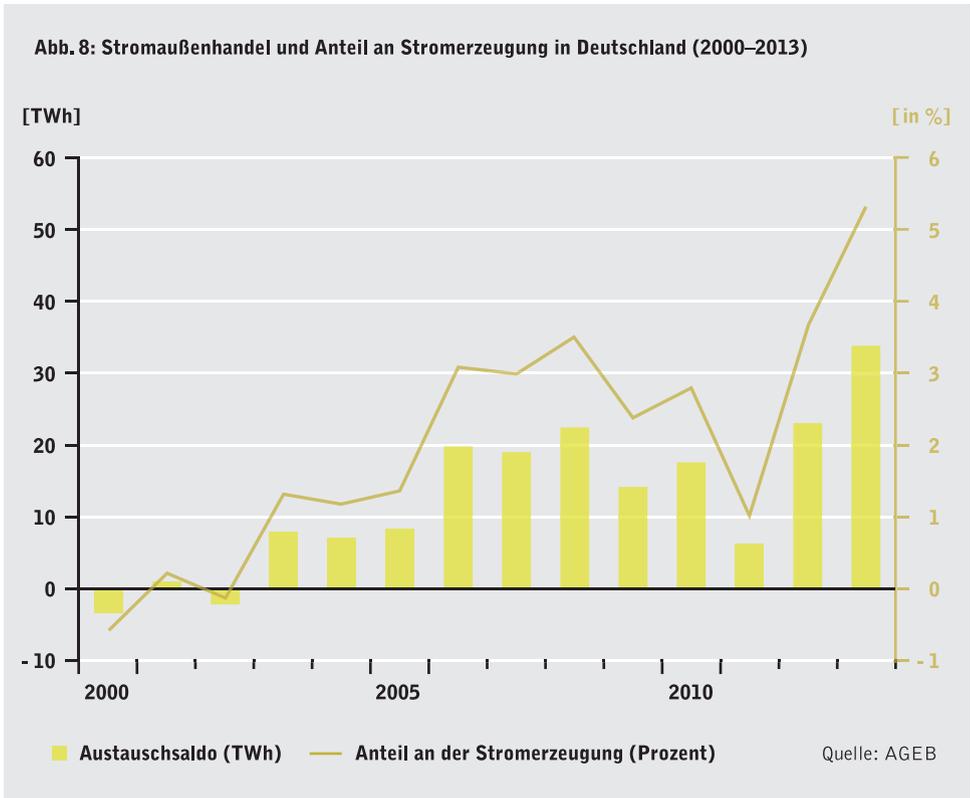
Mit der Liberalisierung der Strommärkte in Europa Anfang der 2000er Jahre hat sich Deutschland zum Strom-Nettoexporteur entwickelt. Ironischerweise begann diese Entwicklung 2003, also genau in dem Jahr, in dem im Zuge des Atomausstiegs das erste AKW abgeschaltet wurde (siehe Abbildung 8). Selbst im Jahr 2011, als im Nachgang zum Atomunfall in Fukushima acht AKWs vom Netz genommen wurden, blieb Deutschland Nettoexporteur – ein klarer Hinweis auf Überkapazitäten im Markt. 2012 verbuchte Deutschland einen neuen Rekordstand, gefolgt von einem weiteren 2013, als der Stromexport rund 5 Prozent der Stromerzeugung ausmachte.

Die in den Nachbarländern gestiegene Nachfrage nach Strom aus Deutschland – vor allem in den Niederlanden und Frankreich – liegt im Preis begründet. In den letzten vier Jahren ist der Einkaufspreis in Deutschland um 32 Prozent gesunken (Morison 2014). Auf dem Spotmarkt sind die Preise in Deutschland vor allem durch den Zubau an Wind- und Solarkraft erheblich gefallen: 2010 um 6 EUR/MWh und 2012 um 10 EUR/MWh (Cludius 2014).

Der Markt für Strom aus konventionellen Kraftwerken schrumpft schrittweise. So stieg im Jahr 2013 der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromversorgung um etwas mehr als ein Prozent an, während die Nachfrage um einen Prozent sank. Im Vergleich zum Vorjahr schrumpfte damit der heimische Markt für konventionelle Kraftwerke um mehr als zwei Prozent. Bei gleich bleibenden Erzeugungskapazitäten führt der geringere Absatz zwangsläufig zu fallenden Preisen an der Börse.

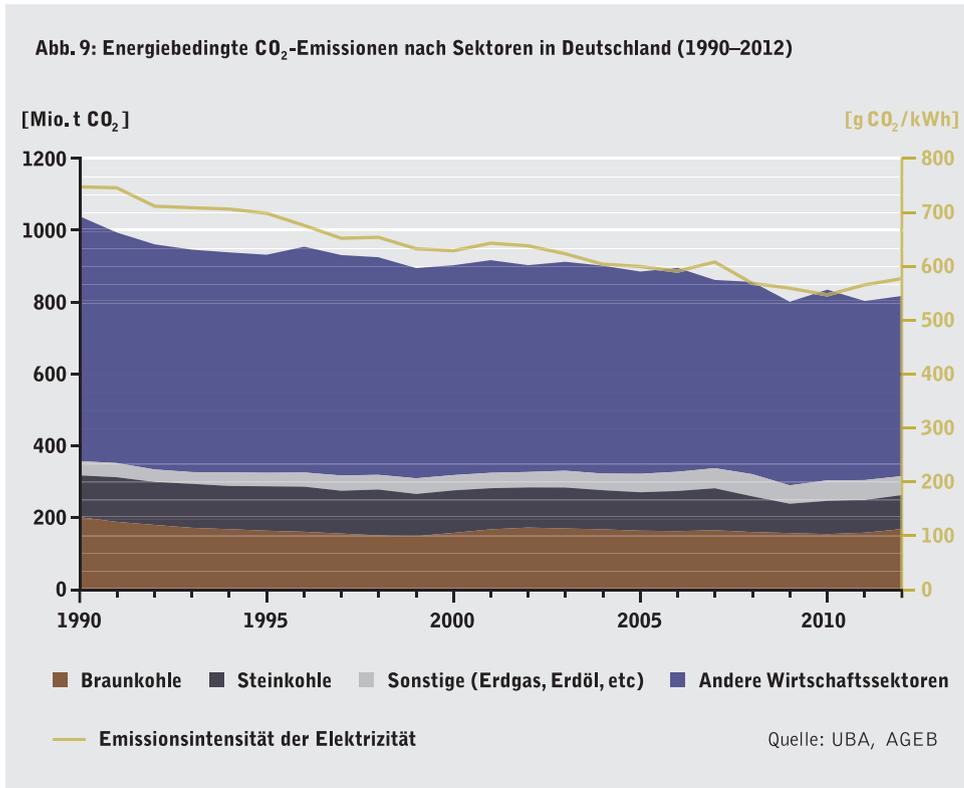
Wie aber wirkt sich die Preisbildung und Stromnachfrage im benachbarten Ausland auf den Betrieb von Erneuerbaren Energien und konventionellen Kraftwerken in Deutschland aus? Auf die Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien hat die Nachfrage aus dem Ausland keinen Einfluss. Durch die gesetzlich bestimmte Einspeisevergütung produzieren Erneuerbare Energien unabhängig von den Marktpreisen.

Anderes gilt für die konventionelle Stromerzeugung. Steigen die Strompreise, zum Beispiel durch eine witterungsbedingte stärkere Nachfrage aus dem Ausland, so steigt die Stromerzeugung von konventionellen Kraftwerken in Deutschland. Als der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) die vorläufigen Zahlen für die Energieerzeugung für 2013 (einschließlich des Exports) bekannt gab, stellten die Erneuerbaren Energien einen Anteil von 23,4 Prozent dar. Betrachtet man nur die Binnennachfrage (ohne Exporte), liegt dieser Anteil jedoch bei 25 Prozent (BDEW 2014).



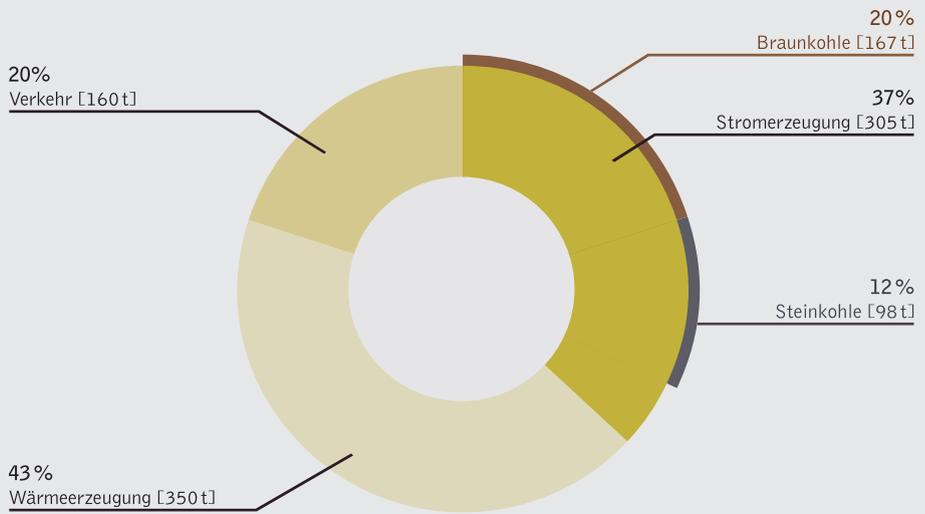
Der BDEW weist darauf hin, dass eine genaue Aussage über die Auswirkung der Stromnachfrage aus dem Ausland auf einzelne konventionelle Energieträger – Atom, Kohle oder Gas – nicht möglich ist. Eine grobe Schätzung zeigt aber, dass ein nicht unerheblicher Anteil des Stroms in deutschen Kohlekraftwerken für den Export produziert wird: Wenn wie im Jahr 2013 fünf Prozent der jährlichen Stromproduktion exportiert werden und der Anteil der Stein- und Braunkohle im deutschen Strommix bei rund 60 Prozent liegt, dann liegt nahe: 2013 waren in Deutschland rund drei Prozent der Stromerzeugung aus Kohle allein für den Export bestimmt.

Zwischen 1990 und 2012 sank der CO<sub>2</sub>-Gehalt des Strommixes in Deutschland von 744 g/kWh auf 576 g/kWh (UBA 2013). In der Wirtschaftskrise befand sich der Gesamtausstoß bei der Kohleverstromung auf einem historischen Tiefpunkt. Nach der Krise haben die Emissionen wieder leicht zugelegt (Abb. 9). Die Zahlen schließen auch die Kohleverstromung für den Export ein. Ohne Stromexporte dürften die deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2013 um 9 Millionen Tonnen niedriger liegen.



Der Stromsektor ist verantwortlich für ungefähr ein Drittel aller Emissionen aus dem Energieverbrauch in Deutschland. Der Energiebedarf – und der damit zusammenhängende Ausstoß an Treibhausgasen – ist im Verkehr und insbesondere im Wärmesektor erheblich höher. Eine Klimaschutzstrategie, die auf die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen abzielt, sollte neben der Kohleverstromung auch Minderungspotenziale in den Sektoren Verkehr und Wärme erschließen (siehe Abb. 10).

**Abb. 10: Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren in Deutschland (2012)**



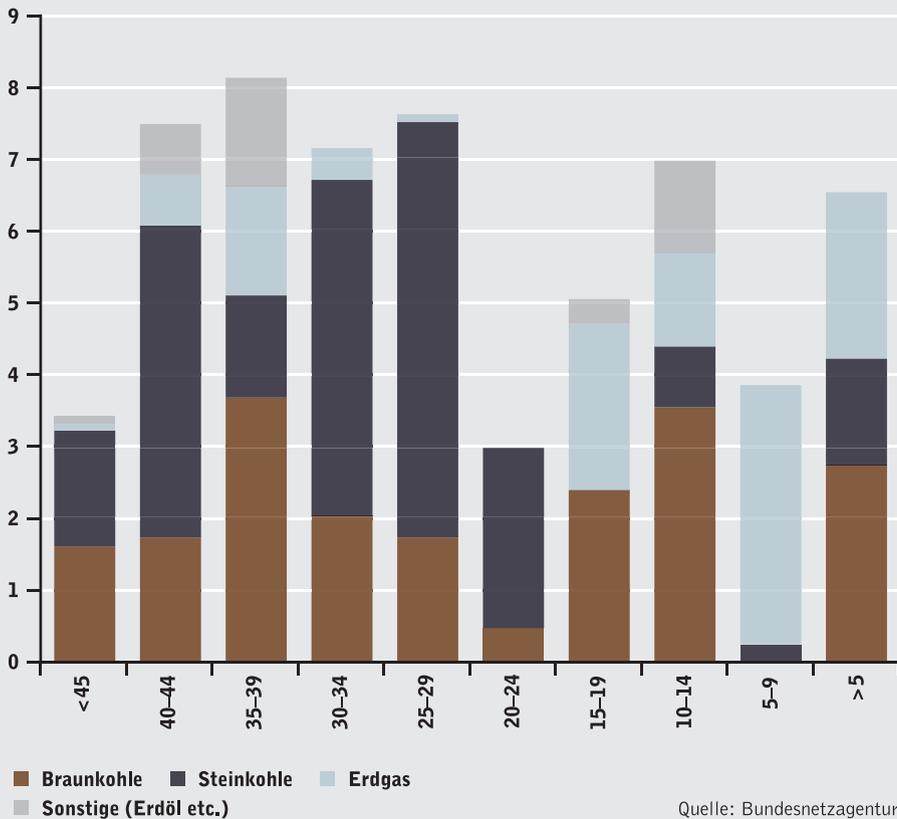
Quelle: AGEB, UBA, Destatis

# 2 Ursachen für den Bau neuer Kohlekraftwerke

Die Inbetriebnahme zahlreicher neuer Kohlekraftwerke in den vergangenen Jahren veranlasst internationale Beobachter zu der Annahme, es gäbe zwischen diesen Bauten und dem Atomausstieg nach Fukushima einen Zusammenhang. Angesichts der üblichen Planungs- und Bauzeiten ist solch ein Zusammenhang jedoch

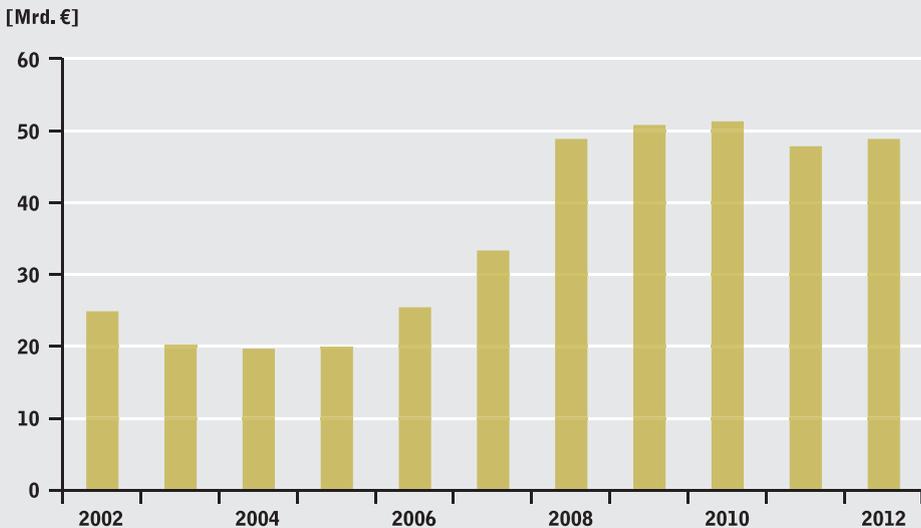
Abb. 11: Alter konventioneller Kraftwerke in Deutschland in Jahren (1. Quartal 2014)

[Netto-Leistung in GW]



Quelle: Bundesnetzagentur

Abb. 12: Investitionen der acht größten Energieversorger Europas (2002–2012)



Quelle: Bloomberg

unwahrscheinlich. Kohlekraftwerke verfügen in Europa über einen Projektzeitrahmen von 6–7 Jahren (Bode 2005). Die Planungen für Anlagen, die 2013 in Betrieb genommen wurden, begannen also ungefähr 2006. Weiterhin hat der zusätzliche Strom aus Erneuerbaren Energien die durch stillgelegte Atomkraftwerke hinterlassene Lücke mehr als ausgefüllt. Angesichts der großen Stromerzeugungsüberkapazitäten heute stellt sich daher die Frage, warum viele Energieversorger in Deutschland im Jahr 2006 entschieden, in neue Kraftwerke zu investieren.

Ende der 1990er Jahre wurde der Strommarkt in Deutschland liberalisiert. Die Stromerzeuger fanden sich in einem Wettbewerb um die Erzeugung und den Verkauf von Strom wieder. Anfang der 2000er Jahre nahmen Unternehmen in diesem neuen Geschäftsumfeld zunächst eine abwartende Haltung ein. Das Ergebnis waren verzögerte Investitionen für den Ersatz alter Kraftwerke durch neue (Abb. 11).

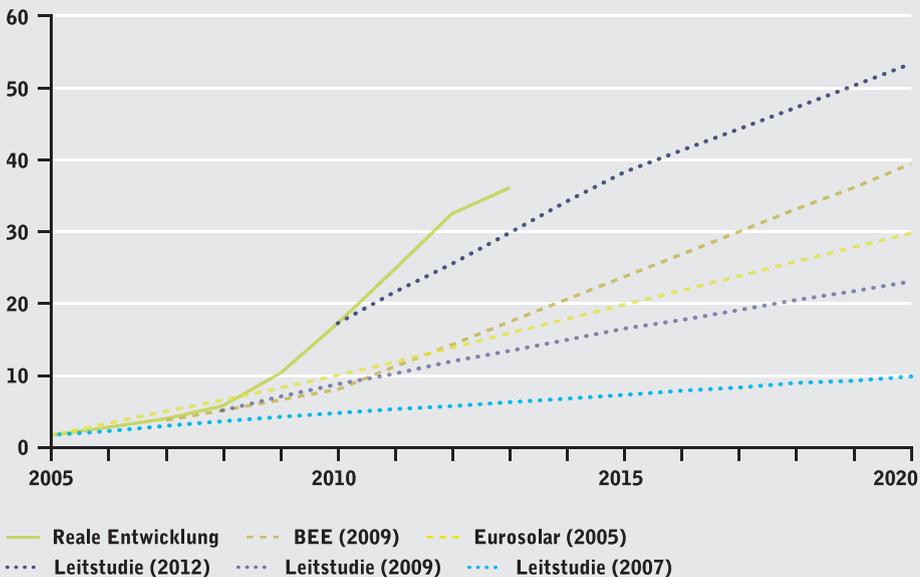
Ab 2006 investierten Energieunternehmen europaweit wieder in neue Kapazitäten (Abb. 12). Die Zeit des Abwartens war vorbei, der EU-Emissionshandel ging in seine erste Phase (2005–2008). Die Investitionssicherheit wurde dadurch gestärkt, dass Stromversorger weitgehend kostenlos mit Emissionszertifikaten für ihre Kraftwerke ausgestattet und auch für Neuanlagen entsprechende Zertifikate verteilt wurden. Obwohl die Zertifikate kostenlos verteilt wurden, wurde ihr Wert vielfach in die Strompreise eingepreist. Große Energieversorger wie etwa die deutsche RWE haben durch diese Maßnahme in den ersten drei Jahren des Emissionshandels zusätzliche Gewinne in Milliardenhöhe erzielt (Kanter 2008). Durch diese Gewinne stieg die Liquidität in der gesamten Branche und damit auch die Bereitschaft,

in kapitalintensive Kraftwerke zu investieren. Der Trend erstreckte sich über ganz Europa. Die europäische Investitionswelle von neuen Kohlekraftwerken ist ein Indiz dafür, dass in Deutschland gebaute Kohlekraftwerke nicht als Reaktion auf den Atomausstieg zurückzuführen sind, sondern energiewirtschaftliche Gründe haben.

Um besser verstehen zu können, warum sich Energieunternehmen in Deutschland dafür entschieden haben, nach 2005 in neue Kohlekraftwerke zu investieren, sind im Folgenden die wichtigsten Studien und Empfehlungen, die Entscheidungsträgern vorlagen, zusammenfassend dargestellt (Tabelle 2). Die meisten damaligen Untersuchungen wiesen darauf hin, dass neue Stromerzeugungskapazitäten nötig seien, um alte Kraftwerke einschließlich der stillzulegenden Atomreaktoren zu ersetzen. Aber die Mehrheit der Experten unterschätzte den Zuwachs der Solarkraft (Abb. 13). Vereinzelt gab es Hinweise darauf, dass neue Kraftwerke zu einem Kapazitätsüberschuss führen würden. Die großen Energieerzeuger konnten den Bedarf an neuen konventionellen Kraftwerken nur dadurch rechtfertigen, dass sie an den Ausbau-prognosen für Erneuerbare Energien – insbesondere dem für sie interessanten, weil kapitalintensiven Geschäftsfeld der Offshore-Windkraft – zweifelten.

Abb. 13: Photovoltaik in Deutschland – Szenarien und reale Entwicklung (2005–2020)

[Leistung in GWpeak]



Quelle: BMU, Eurosolar, BEE

**Tabelle 2: Überblick über Studien zum Stromsektor in Deutschland (2002–2008)**

Studie	Einschätzung des Bedarfs an neuer konventioneller Anlagenkapazität	Besonderheiten der Studie
<b>Enquete-Kommission «Nachhaltige Energieversorgung»</b>  (Enquete 2002)	Bis 2025 müssen zusätzlich 40–60 GW Leistung installiert werden, es sei denn, der Energiebedarf ginge erheblich zurück.	Die Kohleverstromung wird voraussichtlich bis 2020 ansteigen und danach bis 2050 wieder sinken. Für die Windenergie wird die Voraussetzung der Speicherkapazität erwähnt. Solarenergie wird noch nicht genannt und PV taucht in den Szenarien nur am Rande auf.
<b>DLR/IFEU/Wuppertal Institut</b>  (DLR/IFEU/Wuppertal Institut 2004)	Es gibt Verweise auf die Einschätzungen der Enquete-Kommission, und es wird darauf hingewiesen, dass neue Kapazitäten für die Windenergie flexibel sein müssen.	Im Überblick werden Szenarien für das Wachstum der Windenergie aus fünf Studien verglichen. Für PV wird solch ein Vergleich nicht angestellt. In den studieneigenen Szenarien wird die Solarenergie unter «Sonstige» aufgeführt.
<b>dena-Netzstudie I</b>  (dena 2005)	Es müssen neue Kapazitäten errichtet werden, um bevorstehende Stilllegungen zu ersetzen.	PV wird unter «Sonstige» zusammengefasst. Das Wachstum von Offshore-Windenergie wird enorm überschätzt. Bis 2020 wird eine installierte Leistung von bis zu 40 GW erwartet.
<b>Leitstudie</b>  (Nitsch/DLR 2007)	Voraussichtlich 38,3 GW neu installierte Leistung, wovon 15,6 GW der Stein- und Braunkohle zugeordnet werden.	Es wird vor Kapazitätsengpässen gewarnt: bei einem Zubau von nur 17,3 GW fallen die Kapazitäten von 81,9 GW um insgesamt 19,9 GW auf 62,0 GW.
<b>EWI/Prognos</b>  (EWI/Prognos 2007)	In den Jahren 2005–2020 wird die installierte Kohlekraftleistung zugunsten von Erdgas um 40 Prozent sinken.	Der durchschnittliche Nutzungsgrad von Kohlekraftwerken wird mit Zunahme der Erneuerbaren Energien sinken, weil die Residuallast nach der vorrangigen Einspeisung Erneuerbarer Energien zurückgeht.
<b>Consentec/ EWI/IAEW</b>  (Consentec/EWI/IAEW 2008)	Für Deutschland wird ein großer Bedarf an neuen Kraftwerkskapazitäten erwartet.	Es wird darauf hingewiesen, dass Deutschland in einem verlängerten Atomenergieszenario zum Nettoimporteur von Energie würde, allerdings erst 2020 – und in einem Szenario mit Atomausstieg erst recht.
<b>Monitoringbericht der Bundesnetzagentur</b>  (BNetzA 2008)	Bis 2020 sollen 30,5 GW Leistung zugebaut werden, obwohl nur 20 GW benötigt werden.	Die Unternehmen sollten mit der Umsetzung der Planungen beginnen, denn es könnten besonders vor dem Hintergrund von Bürgerprotesten gegen Kohlekraftwerke immer Verzögerungen eintreten.

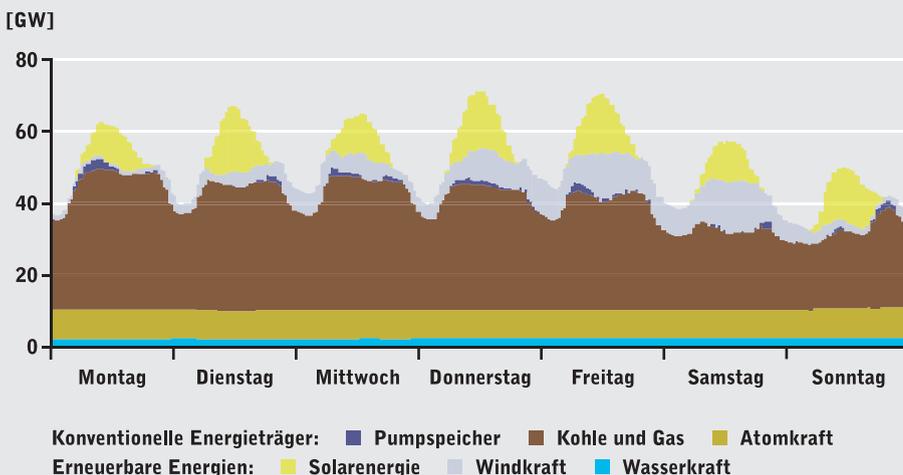
Quelle: eigene Darstellung

In vielen der zwischen 2002 und 2008 veröffentlichten Studien (siehe Tab. 2) wird der Bau neuer konventioneller Kapazitäten empfohlen. An einigen Stellen wird darauf hingewiesen, dass mittelfristig eine höhere Flexibilität im System erforderlich sei, die am besten durch Gasturbinen erfüllt werde. Bei den Prognosen zu Erneuerbaren Energien stand meistens die Windenergie im Mittelpunkt; die Photovoltaik wurde weitgehend außer Acht gelassen.

Es lohnt sich daher, die unterschiedlichen Auswirkungen von Wind- und Solarenergie auf die Residuallast – also den Anteil des Strombedarfs, der nicht durch variable Erneuerbare Energien gedeckt wird – zu untersuchen. Die Netzstudie I (dena 2005) verweist zum Beispiel auf ein Szenario des Deutschen Windenergie-Instituts (DEWI), in dem das Wachstum von Offshore-Windenergie grob überschätzt wurde. Der Einschätzung folgend hätten große Stromerzeuger annehmen müssen, dass die durch konventionelle Kraftwerke abzudeckende Residuallast noch niedriger läge, als es heute ohnehin der Fall ist. Eine logische Reaktion wäre gewesen, weniger Kraftwerke zu bauen.

Im Jahr 2008 veröffentlichte der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) seine Prognose zum Ausbau der Erneuerbaren Energien (BDEW 2008), die sich im Nachhinein als unrealistisch erwiesen hat. Nach der Prognose sollten bis 2014 neun Gigawatt Photovoltaik installiert sein. In Wirklichkeit ist die installierte Leistung viermal so hoch (36 GW). Während der BDEW die Solarkraft unterschätzte, hat er das Wachstum der Offshore-Windenergie deutlich überschätzt. Wie andere Institutionen prognostizierte man für die Entwicklung dieser beiden Technologien genau das Gegenteil dessen, was tatsächlich eintreten sollte.

Abb. 14a: Stromverbrauch einer typischen Woche in Deutschland im Jahr 2012 (Mai 2012)



Quelle: Volker Quaschnig (HTW Berlin)

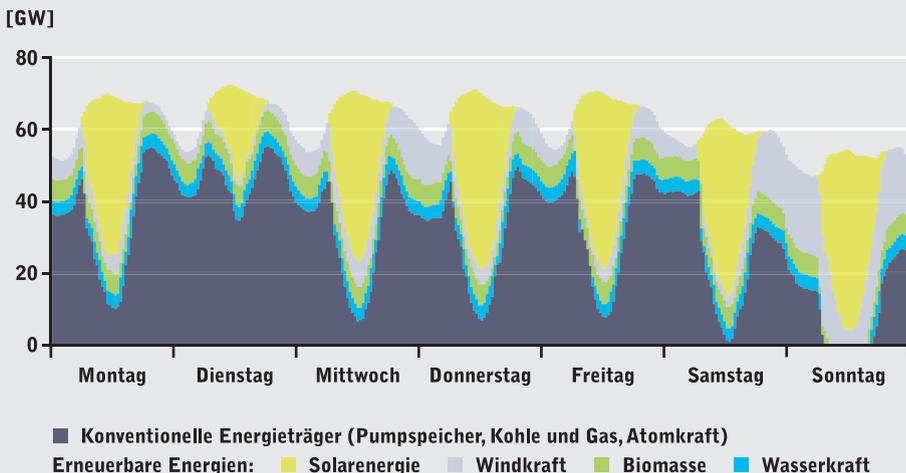
Interessanterweise nahm der BDEW genauso wie das DEWI an, dass noch mehr Erneuerbare Energien am Netz wären, als es tatsächlich der Fall ist. Nach der BDEW-Studie aus dem Jahr 2008 sollten Onshore- (fast 11 Prozent) und Offshore-Windkraft (fast 8 Prozent) bis 2014 insgesamt 19 Prozent der Bruttostromerzeugung darstellen – also 11 Prozentpunkte mehr, als es tatsächlich der Fall ist.

Während im September 2014 die Solarkraft bereits 6,8 Prozent zur deutschen Stromversorgung lieferte, erwartete der BDEW nur 1,3 Prozent. Andererseits prognostizierte der Verband einen Anteil von insgesamt 20 Prozent Wind- und Solarenergie, also ganze sieben Prozentpunkte mehr, als es letztes Jahr in Deutschland der Fall war. Da der eigene Branchenverband der Stromerzeuger dieses starke Wachstum der Erneuerbaren Energien voraussagte, überrascht es umso mehr, dass die Unternehmen dennoch so stark in neue, konventionelle Kapazitäten investierten.

Die Erwartung, dass neue Kapazitäten benötigt würden, spiegelte sich auch in den Aussagen von Spitzenpolitikern. Der damalige Bundesumweltminister Sigmar Gabriel sah im Jahr 2009 einen Bedarf von 8 bis 12 neuen Kohlekraftwerken, um den Atomausstieg umzusetzen (Strom-Magazin 2009). Diese Aussage fiel im Kontext des Neubaus eines Kohlekraftwerks, das gegen die Proteste von Bürgern in der Nähe von Mainz gebaut werden sollte. Das Projekt wurde jedoch schließlich aufgegeben.

Der SPD-Politiker Hermann Scheer hatte als überzeugter Befürworter der Erneuerbaren Energien jahrelang ganz andere Empfehlungen abgegeben. Schon 2005 sah Scheer keine Notwendigkeit, alte Anlagen durch neue fossile Kraftwerke zu ersetzen (Scheer 2005). Bald argumentierte er auch, dass es künftig keinen Bedarf für Grundlastkraftwerke mehr gäbe (Scheer 2008).

Abb. 14 b: Stromverbrauch einer typischen Woche in Deutschland im Jahr 2020 (Prognose)



Quelle: Volker Quaschnig (HTW Berlin)

Im Jahr 2009 haben die Befürworter der Erneuerbaren Energien dann einen lautereren Ton angeschlagen. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen argumentierte, dass Grundlastkraftwerke künftig nur einen begrenzten Nutzen hätten, wenn die Erneuerbaren Energien einen großen Anteil an der Stromversorgung haben. Stattdessen würden variable Kraftwerke und Speicherkapazitäten benötigt (SRU 2009). Der SRU-Vorsitzende ergänzte, dass dies mit Atom- und Kohlekraftwerken praktisch nicht möglich sei (Odenwald 2009). Volker Quaschnig von der HTW Berlin visualisierte diesen Paradigmenwechsel von Grundlastenergie zu einem flexiblen, auf Erneuerbaren Energien basierenden System erstmals mit seiner «dental chart» im Jahr 2012 (Abb. 14a/b).

Der Bundesverband Erneuerbare Energie schlussfolgerte 2009, dass neue konventionelle Kraftwerke nur benötigt würden, wenn noch betriebene Ersatz-Kraftwerke vorzeitig stillgelegt würden. Ansonsten gäbe es einen Kapazitätsüberschuss, der zu Stromexporten führen würde (BEE 2009).

Seit den letzten zwei bis drei Jahren herrscht jedoch weitgehend Einigkeit darüber, dass Erneuerbare Energien nicht nur die Atomkraft ersetzen, sondern auch die Grundlast senken und den bisher eingeschätzten Bedarf an neuen konventionellen Kapazitäten reduzieren werden:

- Die Experten von EWI/GWS/Prognos haben ihre Einschätzung zum Bedarf an neuen konventionellen Kraftwerken «trotz des erneut beschlossenen Atomausstiegs 2011» von 14,8 GW auf 11,4 GW nach unten korrigiert (EWI/GWS/Prognos 2011).
- Im April 2013 rieten Marktforscher der Pöyry-Gruppe davon ab, in den nächsten zehn Jahren weiter in deutsche Stein- oder Braunkohlekraftwerke zu investieren (Pöyry 2013).
- Im Oktober 2013 schrieben Experten der Citibank, dass Deutschlands Abhängigkeit von Kohle rückläufig sei und der Bedarf an neuen Kapazitäten sinke. Ähnliches gelte für andere europäische Länder. So schätzten die Citibank-Berater ein, dass nur die Hälfte der in Europa stillgelegten Kapazität ersetzt werden müsse. Der Rest könne durch Erneuerbare Energien und die im Vergleich zu den ersetzten Anlagen gestiegene Abrufbarkeit neuer Anlagen ersetzt werden (Citibank 2013).

Angesichts der früheren, optimistischen Wachstumsprognosen für Windkraft hätten die Unternehmen selbst entscheiden können, in Windkraft zu investieren – und zusätzlich in Gasturbinen als flexible Ergänzung. Warum haben sich die großen Stromerzeuger dennoch für Investitionen in konventionelle Kraftwerke entschieden – und nicht in Erneuerbare Energien?

Jedes Unternehmen traf seine Investitionsentscheidung auf der Grundlage des individuellen Geschäftsmodells. In vielen anderen Ländern der Welt müssen Stromversorger einen bestimmten Anteil an Erneuerbaren Energien nachweisen, der gesetzlich vorgeschrieben ist. Anders in Deutschland. Stromversorger müssen keinen Mindestanteil an Erneuerbaren Energien vorweisen. Wohl steht ihnen aber die Möglichkeit offen, das EEG zu nutzen und in Erneuerbare Energien zu investieren.

Für die Investitionsentscheidung in konventionelle Kraftwerke Mitte der 2000er Jahre war ein politisches Instrument zentral: Der 2005 eingeführte EU-Emissionshandel (EU-ETS, EU-Richtlinie 2003/87/EG) gilt als das wichtigste Instrument der EU zur Reduzierung von Emissionen im Energie- und Industriesektor. Die Ambitionen und Zielsetzungen waren zunächst bescheiden. Der eigentliche Erfolg bestand darin, erstmals die Emissionen des Kraftwerksektors absolut zu begrenzen und einen Preis für CO<sub>2</sub> einzuführen.

Die Zuteilung der Emissionsberechtigungen in den ersten beiden Handelszeiträumen wurde weitgehend den Mitgliedstaaten überlassen. Die deutsche Regierung legte die Zuteilungsregeln strategisch fest, um Investitionen in die Modernisierung des Kraftwerksparks anzuregen. Im ersten Entwurf des Nationalen Allokationsplans (NAP) waren zwei Festlegungen entscheidend (BMU 2004a):

- Gemäß den Regeln für neue Marktteilnehmer sollten neuen Kraftwerken auf der Grundlage der am besten verfügbaren Technologie kostenlose Emissionsrechte zugeteilt werden. Während bestehende Kraftwerke ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2020 reduzieren müssen, sollten neue Kraftwerke auf der Grundlage von Brennstoff-Richtgrößen kostenlos Emissionsberechtigungen erhalten.
- Die sogenannte Übertragungsregel sollte erlauben, Emissionsberechtigungen von einem alten, stillgelegten Kraftwerk auf ein neues zu übertragen. Wenn also ein altes Kraftwerk durch ein neues ersetzt wird, konnte das Unternehmen die Emissionsberechtigungen für die alte Anlage vier Jahre lang behalten und brauchte den CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die neue Anlage weitere 14 Jahre lang nicht zu reduzieren.

Das Ziel war, mit diesen Regeln Anreize für Unternehmen zu schaffen, um alte Kraftwerke mit geringen Wirkungsgraden durch effizientere zu ersetzen. 2004 sagte der damalige Umweltminister Jürgen Trittin, dass der Emissionshandel einen Modernisierungsschub des Kraftwerksparks auslösen würde (BMU 2004b). Dadurch sollten rund 40 GW bestehender Kapazitäten über die nächsten 20 Jahre modernisiert werden (BMU 2005).

Die Europäische Kommission lehnte den NAP-Entwurf der Bundesregierung jedoch ab, da er die dritte Handelsperiode des EU-ETS ab 2012 beeinträchtigte. Im endgültigen NAP und im 2007 verabschiedeten Zuteilungsgesetz (ZuG 2012) fand sich die ursprüngliche Übertragungsregel nicht mehr wieder. Stattdessen wurden die Berechtigungen für neue Kraftwerke im Einklang mit den Zuteilungsvorschriften für bestehende Anlagen reduziert. Inzwischen müssen Emissionsberechtigungen zu 100 Prozent auf Auktionen erworben werden.

Dieser politische Kurswechsel hatte Auswirkungen auf laufende Investitionen. Viele Projektplanungen für neue Kohlekraftwerke wurden aufgegeben. Andere Projekte waren bereits so weit fortgeschritten, dass sie nicht mehr gestoppt werden konnten. Die jüngste Welle an neuen Stein- und Braunkohlekraftwerken in Deutschland gilt deshalb als Hinterlassenschaft besonderer Umstände, die sich in dieser Form nicht fortsetzt (Pöyry 2013). Zusammengefasst setzte der Emissionshandel direkte

Anreize, dass Stromversorger ihre alten konventionellen Kraftwerke durch neue, effizientere Anlagen ersetzen würden. Was der Emissionshandel nicht beförderte, war ein Wechsel von fossilen hin zu Erneuerbaren Energien.

## 2.1 Kaum Anreize für Investitionen in Erneuerbare Energien

Seit Mitte der 2000er Jahre hätten deutsche Stromerzeuger großflächig in Erneuerbare Energien investieren können, aber wenige taten dies. Im Jahr 2013 gehörten den vier großen Energieunternehmen Deutschlands – RWE, E.ON, Vattenfall und EnBW – ca. 75 Prozent der Stromerzeugung aus konventionellen Energien, aber weniger als 7 Prozent der Kapazitäten aus Erneuerbaren (ohne Wasserkraftwerke) (Trend: research 2013). Mehr als die Hälfte der Investitionen in Erneuerbare Energien stammen von Stadtwerken, Bauern, Bürgern und Energie-Genossenschaften. Warum die großen Konzerne nicht stärker in die Erneuerbaren Energien investiert haben, während so viele andere dies taten, lässt sich mit zwei Gründen erklären:

- Die Einspeisetarife aus dem EEG bieten nur mäßige Gewinnspannen: Für die großen Konzerne sind die kalkulierten Renditen aus Investitionen in die Erneuerbaren Energien zu niedrig. Die Einspeisetarife im EEG sind so veranschlagt, dass sie eine moderate Rendite von 5 bis 7 Prozent einbringen sollten (Couture 2009). Für kleine Investoren und viele Bürger sind solche Renditen sehr attraktiv, noch dazu die Anlage vergleichsweise sicher ist. Die Energiekonzerne sind jedoch bei Stromerzeugung und -vertrieb erfahrungsgemäß höhere Gewinnspannen gewohnt. Bei Investitionen in die Stromnetze waren zum Beispiel Renditen von 7,6 bis 9,3 Prozent garantiert. Die Netzbetreiber forderten, diese garantierten Margen noch auf 11 Prozent zu erhöhen (Spiegel Online 2012). Ebenso sind die gesetzlich festgelegten Einspeisetarife für die Offshore-Windkraft – die fast ausschließlich von großen Firmen errichtet werden – bezeichnend für hohe Renditeerwartungen der Konzerne. Für andere erneuerbare Energiequellen sind die Einspeisetarife auf 20 Jahre gleichmäßig festgesetzt. Dagegen werden für die Offshore-Windkraft in den ersten acht Jahren deutlich höhere Sätze gezahlt, um sicherzustellen, dass schnelle Gewinne erzielt werden.
- Der Ausbau der Erneuerbaren Energien untergräbt die Anlagewerte der Energiekonzerne: Die Energiekonzerne begriffen schnell, dass Investitionen in Erneuerbare Energien ihr traditionelles Geschäftsmodell schädigen würden. Da die Erneuerbaren vorrangig ins Netz eingespeist werden, kommen die konventionellen Kraftwerke weniger zum Einsatz. Zudem wird Strom aus Erneuerbaren Energien direkt vom Netzbetreiber an den Produzenten vergütet, noch bevor der Strom auf dem Großmarkt landet. Die Erneuerbaren Energien werden also ohne die Entstehung von Grenzkosten gehandelt und drücken so den Preis auf dem Strommarkt. Die Photovoltaik ist hier besonders in den Mittagsstunden dafür verantwortlich, dass die Spitzenlastpreise sinken. So setzt der Ausbau der Erneuer-

baren Energien die großen Stromproduzenten doppelt unter Druck: Konventionelle Kraftwerke verkaufen weniger Strom zu niedrigeren Preisen.

## 2.2 Energieversorger bedauern die Investitionen in neue Kohlekraftwerke

Die Politik und die Energieunternehmen, die in den 2000er Jahren glaubten, dass diese Kohlekraftwerke benötigt würden, lagen schlichtweg falsch. Die Erneuerbaren Energien sind schneller als erwartet gewachsen und haben wegfallenden Atomstrom mehr als ersetzt. Trotz der Stilllegung von acht AKWs im Jahre 2011 existieren heute, drei Jahre später, massive Überkapazitäten auf dem deutschen Strommarkt.

Im April 2014 hat der Chefökonom von RWE behauptet, dass neue Kohlekraftwerke keine Rendite einbrächten, während neue Gasanlagen nicht einmal Wartung und Betrieb abdecken würden (Weale 2014). Nach seiner Interpretation sind 40 Prozent dieses Ergebnisses den Erneuerbaren Energien zuzuschreiben, die schneller als erwartet gewachsen sind, und 60 Prozent der Finanzkrise und des damit einhergehenden Nachfragerückgangs. RWE-Chef Peter Terium gab einen Monat davor zu, dass das Unternehmen wahrscheinlich zu spät in den Markt der Erneuerbaren Energien eingestiegen sei (Andresen 2014).

Ironischerweise kommt die internationale Berichterstattung über die «Rückkehr zur Kohle» in Deutschland gerade zu einer Zeit, als der Trend schon längst in eine andere Richtung weist; die Unternehmen gehen längst auf Abstand zu neuen Projekten, obwohl vereinzelt noch neue Kraftwerke in Betrieb genommen werden. Etliche Produzenten wollen unrentable Kraftwerke dauerhaft vom Netz nehmen. Bis April 2014 hatten Energieunternehmen in Deutschland bei der Bundesnetzagentur beantragt, konventionelle Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von ca. 7,7 GW vorzeitig stillzulegen (BNetzA 2014a). Der heutige Kapazitätsüberschuss könnte sich ins Gegenteil verkehren. Eine wachsende Anzahl von Branchenvertretern wie der BDEW ist darüber besorgt, dass Deutschland nach dem Atomausstieg im Jahr 2022 zu geringe Kapazitäten zur Stromerzeugung haben könnte.

In der Zwischenzeit hat die Bundesregierung ihre Absicht bekundet, Zahlungen für Kraftwerkskapazitäten einzuführen, um zu verhindern, dass zu viele Kraftwerke stillgelegt werden. Durch diese Kapazitätsmärkte würden verfügbare Kraftwerke, die nicht mehr wirtschaftlich arbeiten, Ausgleichszahlungen erhalten, damit sie vorgehalten werden, um im Bedarfsfall anzuspringen und Stromausfälle zu vermeiden. Im nächsten Kapitel wird beschrieben, welche Faktoren in den kommenden Jahren die Kohle in der Stromerzeugung beeinflussen und warum Braunkohle im Gegensatz zur Steinkohle bis zum Abschluss des Atomausstiegs eine vergleichsweise stabile Position innehaben wird.

# 3 Bleibt die Braunkohle rentabel bis in die 2020er Jahre?

Durch den Atomausstieg werden bis Ende 2022 die Kapazitäten auf dem deutschen Strommarkt reduziert. Der Zubau der Erneuerbaren Energien wird diesen Rückgang voraussichtlich mehr als ausgleichen. Trotzdem ersetzt das Wachstum der Erneuerbaren Energien Strom aus fossilen Energien nur geringfügig. Insbesondere aus Braunkohle erzeugter Strom dürfte kaum verdrängt werden. Wie wird sich die Stromerzeugung in den kommenden zehn Jahren entwickeln?

## 3.1 Die EU macht strengere Emissionsvorgaben für Kohlekraftwerke

Die Umsetzung der Großfeuerungsanlagenrichtlinie (2001/80/EG) führte dazu, dass Stromproduzenten europaweit einen Bedarf an neuen Grundlastkapazitäten sahen (Butcher 2012). Die EU-Richtlinie vom Oktober 2001 legt fest, dass Kraftwerke mit einer Leistung von mehr als 50 MW strengere Vorschriften zu Luftschadstoffen (wie SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Luftpartikel) erfüllen oder bis 2012 stillgelegt werden müssen. Um den Forderungen gerecht zu werden, wurden in Deutschland im Jahre 2012 zwölf Braun- und Steinkohleanlagen mit einer Leistung von insgesamt 1,8 GW stillgelegt (BNetzA 2012). Staatliche Behörden koppelten zudem die Erlaubnis für den Bau einiger großer Kraftwerke an diese Stilllegungen.

Im Jahr 2015 löst die Industrieemissionsrichtlinie (2010/75/EU) die Großfeuerungsanlagenrichtlinie ab (EC 2010). Die neue Richtlinie, umgesetzt auf nationaler Ebene durch die Bundesimmissionsschutzverordnung, bedeutet für die Energiebranche strengere Emissionsgrenzwerte (Pöyry 2013). Als Konsequenz sagt der BDEW bis 2017 die dauerhafte Stilllegung von Kohlekraftwerken mit einer Gesamtleistung von 6 GW in Deutschland voraus (Kohlmann 2013). Dennoch bleiben diese Vorgaben der Bundesimmissionsschutzverordnung hinter denen zurück, die seit kurzem in den USA gelten. Von heute betriebenen 52 Kohlekraftwerken in Deutschland würden 49 die geltenden US-Quecksilber-Normen nicht erfüllen (Zeschmar-Lahl 2014).

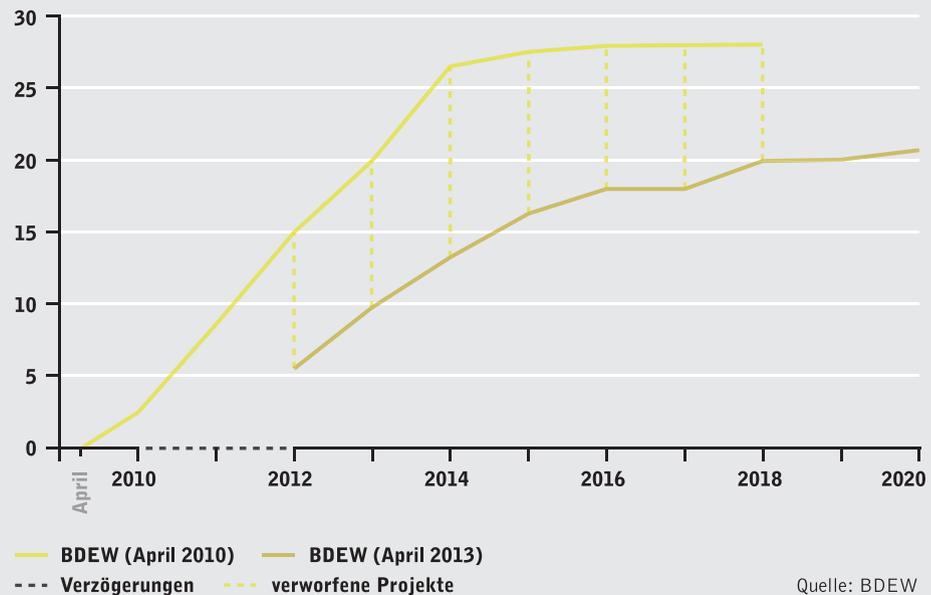
### 3.2 Das Kapazitäten-Paradox: Mehr Megawatt erzeugen weniger Megawattstunden

Durch ihre Investitionen in neue Kraftwerke haben Energieunternehmen zusätzliche Leistung zur Stromerzeugung installiert, wodurch ein Kapazitätsüberschuss entstanden ist. Während die installierte Gesamtleistung konventioneller Kraftwerke trotz Atomausstieg gestiegen ist, geht die Binnennachfrage nach Strom hingegen leicht zurück. Darüber hinaus erzeugen die Erneuerbaren Energien jedes Jahr mehr Strom – 2013 deckten sie 25 Prozent der Binnennachfrage ab. Ziel der Bundesregierung ist – wie schon gesagt – ein Anstieg des Anteils der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf 40–45 Prozent bis zum Jahr 2025 und auf 55–60 Prozent bis zum Jahr 2035 (Bundesregierung 2014). Selbst bei stagnierender Binnennachfrage sinkt folglich der Bedarf an Strom aus konventionellen Kraftwerken Jahr für Jahr. Die Stromproduzenten müssen deshalb auf eine steigende Nachfrage setzen, um ihre Kraftwerke auszulasten – entweder durch die inländische Nachfrage oder Stromexporte.

In einigen Ländern wird die Stromerzeugung Erneuerbarer Energien temporär gedrosselt, wenn das Angebot zu groß ist. In Deutschland jedoch hat Ökostrom Vorrang und wird nur dann gedrosselt, wenn die Stromleitungen technisch gesehen keinen Strom mehr aufnehmen können, nachdem konventionelle Anlagen bereits

Abb. 15: Änderung in der Planung neuer Stromerzeugungskapazitäten in Deutschland

[Kapazitäten in GW]



heruntergefahren wurden. Insgesamt wird in Deutschland nur sehr wenig erneuerbarer Strom gedrosselt: 2011 0,4 Prozent und 2012 0,3 Prozent (Morris 2014b). Auf Strommärkten wie Großbritannien oder Ontario (Kanada) wird Windenergie öfter gedrosselt (Morris 2014c, IESO 2013). Der Vorrang für Erneuerbare Energien bedeutet, dass konventionelle Kraftwerke in Deutschland weniger ausgelastet sind. In Ländern ohne Vorrangregelung sollten dagegen konventionelle Kraftwerke trotz des Ausbaus der Erneuerbaren Energien tendenziell stärker ausgelastet sein.

Viele Beobachter, vor allem im Ausland, interpretieren die Situation in Deutschland falsch, wenn sie behaupten, dass Deutschland auf Kohle umstelle, weil doch so viele Kohlekraftwerke gebaut würden. Es wird angenommen, dass mehr MW (an installierter Leistung) automatisch mehr MWh (an Strom) erzeugen. Real wird jedoch mehr Strom von den Erneuerbaren Energien erzeugt; konventionelle Kraftwerke decken nur noch den immer kleiner werdenden Restbedarf ab. Die jährliche Anzahl der Betriebsstunden in konventionellen Anlagen wird sinken – was einen niedrigeren Nutzungsgrad zur Folge hat. Folglich lässt sich in Deutschland ein Kapazitäten-Paradox beobachten: mehr installierte Kraftwerksleistung (MW) erzeugt weniger Strom (MWh).

Diese sinkende Auslastung ist Ursache dafür, dass Energieunternehmen in Deutschland Pläne für den Bau neuer Kraftwerke in den letzten Jahren eingestampft haben (siehe Abb. 15) und auf Abstand zu weiteren Planungen gehen.

### 3.3 Stromexporte – der Rettungsanker für fossile Kraftwerke?

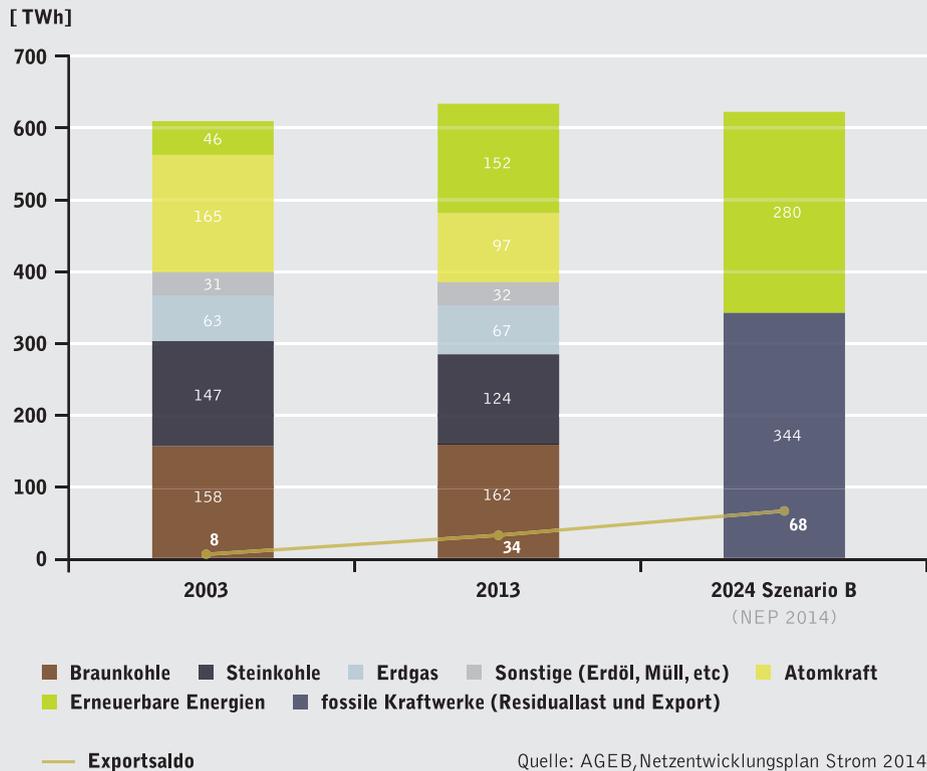
Bis zum Ende des Atomausstiegs werden die Erneuerbaren Energien den Atomstrom komplett ersetzen. Ihr Anteil an der Stromerzeugung dürfte bis zum Jahr 2023 auf 45% anwachsen. Erdgas wird sich aufgrund hoher Brennstoffkosten auf einem niedrigen Niveau bewegen. Die Braunkohle wird bei unverändert niedrigen Brennstoffkosten ihre relativ stabile und sichere Position beibehalten. Abbildung 16 zeigt die Stromerzeugung für 2003 und 2013 nach Energieträgern aufgeschlüsselt sowie die Nettoexporte. Für 2024 ist eine Prognose abgebildet, die das Leitszenario (Szenario B) des aktuellen Entwurfs zum Netzentwicklungsplan (NEP) der Bundesnetzagentur und der Übertragungsnetzbetreiber widerspiegelt (BNetzA 2014b). Die Prognose basiert auf folgenden Annahmen für das Jahr 2024:

- der Atomausstieg ist umgesetzt;
- die Stromerzeugung der Erneuerbaren Energien wächst auf 280 TWh, was einem Anteil von 45% entspricht;
- der inländische Stromverbrauch (Verbrauchslast inkl. Netzverluste) bleibt mit 556 TWh nahezu konstant im Vergleich zu 2013;
- die konventionelle, nicht-erneuerbare Stromerzeugung beläuft sich auf 344 TWh;
- die Netto-Stromexporte verdoppeln sich auf 68 TWh; mehr als 10 Prozent der Stromproduktion sind dann für den Export bestimmt.

Die Prognose für 2024 zeigt vor allem, dass die deutlich steigenden Exporte – mehr als 10 Prozent der gesamten Stromerzeugung – die Produktion von Strom aus fossilen Kraftwerken hoch halten. Denn Erneuerbare Energien produzieren unabhängig von der Nachfrage. Je stärker die Exporte zulegen, desto mehr laufen fossile Kraftwerke. Würden dagegen die Exporte auf heutigem Niveau stagnieren, läge die Stromerzeugung aus fossilen Kraftwerken im Jahr 2024 um 34 TWh bzw. um 9 Prozent niedriger als prognostiziert.

**Abb. 16: Stromerzeugung in Deutschland (2003–2024)**

Steigende Exporte treiben die Stromproduktion in fossilen Kraftwerken



Dass die Stromexporte in den kommenden Jahren fallen, ist unwahrscheinlich. Der aktuelle NEP prognostiziert in allen Szenarien einen deutlichen Anstieg. Der bisherige Exportrekord aus dem Jahr 2013 liegt bei 34 TWh und dürfte übertroffen werden. Selbst bei vorsichtiger Schätzung sagen die Übertragungsnetzbetreiber im Leitszenario nahezu eine Verdopplung der Stromexporte auf 68 TWh voraus, im ungünstigsten Fall steigen die Exporte sogar auf 81 TWh (Szenario C).

Eine deutliche Steigerung der deutschen Stromexporte ist wahrscheinlich, trotz aktueller Warnungen einer möglichen Stromknappheit im Süden Deutschlands (DLR/IER 2014). Doch eben weil so viele Kraftwerke deswegen nicht abgeschaltet werden dürften, wird Deutschland gewisse Reserven behalten, von denen auch das Ausland profitiert. Auch der mögliche, neu einzurichtende Kapazitätsmarkt wird einen Rückbau an Reserven verhindern.

Die Entwicklung der deutschen Exporte hängt stark von benachbarten Strommärkten ab, insbesondere wie sich der Kraftwerkspark dort entwickelt und welche Auswirkungen dies auf die Börsenstrompreise hat. So hat zum Beispiel RWE Ende 2013 entschieden, alte Kraftwerke in den Niederlanden einzumotten und diese nicht durch neue Kapazitäten zu ersetzen, sondern stattdessen günstigen Strom aus Deutschland zu kaufen und in den Niederlanden zu vertreiben.

Daneben beeinflussen auch die Kuppelstellen in den Netzen den grenzübergreifenden Stromhandel. Der von der EU unterstützte Ausbau der Stromtrassen wird dazu führen, dass das Volumen des Stromhandels zulegt. Bis 2017 sollen die grenzüberschreitenden Netze nach Deutschland soweit ausgebaut werden, dass pro Jahr mindestens 22 TWh an Strom zusätzlich gehandelt werden können. Eine Zunahme der Kapazitäten wird Richtung Niederlande (+12 TWh), Frankreich (+6 TWh) und Polen (+4 TWh) erwartet (Jones 2014). Bisher gibt es mangels Leitungen beispielsweise keinen Stromhandel zwischen Belgien und Deutschland. Die erste große Netzverbindung zwischen den beiden Ländern – ein 100km-Erdkabel – soll 2019 fertiggestellt werden (Elia 2013).

Die Befürworter der Energiewende betonen, dass ein Ausbau des europäischen Stromhandels die Energiewende kostengünstiger machen wird. Das trifft einerseits zu. Andererseits läuft die Energiewende in einen Widerspruch, wenn bessere intra-europäische Netze dazu führen, dass Gas- und Kohlekraftwerke in Deutschland besser ausgelastet sind und am Ende gar länger laufen.

Unter den jetzigen Bedingungen werden vor allem Stein- und Braunkohlekraftwerke in Deutschland wegen der niedrigen Brennstoffkosten vom Ausbau der transnationalen Stromnetze profitieren. Ein höherer CO<sub>2</sub>-Preis würde die Rolle des Erdgases stärken, aber ein nennenswerter Preisanstieg ist in Sicht. Ohne Eingreifen der Politik steht vor allem der dreckigen Braunkohle eine glänzende Zukunft bevor.

# 4 Politische Empfehlungen

Unter den derzeitigen energiepolitischen Rahmenbedingungen werden die wachsenden Erneuerbaren Energien den Atomausstieg bis 2023 mehr als kompensieren. Die verbleibende Residuallast wird dann durch Erdgas, hauptsächlich aber durch Braunkohle und Steinkohle abgedeckt. Der weiterhin zu erwartende Kapazitätsüberschuss in der Stromerzeugung sorgt in Deutschland für niedrige Strompreise, insbesondere wenn Kapazitäten im Süden nicht abgeschaltet werden sollten, um die Sicherheit der Stromversorgung angeblich zu gewährleisten (DLR/IER 2014). Nachbarländer werden Strom aufgrund des niedrigen Preises weiterhin aus Deutschland importieren. Eine größere Nachfrage aus dem Ausland, auch durch den Ausbau von Kuppelstellen, vergrößert die Residuallast und führt so unmittelbar zu mehr Stromerzeugung aus konventionellen, fossilen Kraftwerken. In der Konsequenz heißt dies: Je mehr Strom ins Ausland exportiert wird, desto häufiger und länger werden Kohlekraftwerke in Deutschland laufen. Angesichts niedriger CO<sub>2</sub>-Preise und Brennstoffkosten droht vor allem die klimaschädliche Braunkohle die nächsten zehn Jahre ihre stabile Position zu behaupten. Selbst die ältesten Kohlekraftwerke würden mehr als 50 Jahre profitabel operieren (DEBRIV 2012; Öko-Institut 2014).

Die Bundesregierung scheint ihr Ziel zu verfehlen, bis 2020 die Emissionen gegenüber 1990 um 40 Prozent zu reduzieren. Nach regierungsinternen Berechnungen wird das Ziel um mehr als 5 Prozentpunkte verpasst (BMWE 2014). In allen drei Sektoren des Energieverbrauchs – Strom, Wärme und Verkehr – gibt es CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale, die ausgeschöpft werden können, um das Ziel dennoch zu erreichen. Im Stromsektor spielt die Kohle dabei die zentrale Rolle.

Auch angesichts dessen werden die Rufe nach einem Ausstieg aus der Kohle- verstromung lauter. Neben den Umweltverbänden fordern dies inzwischen auch Regierungsberater wie der Sachverständigenrat für Umweltfragen (Faulstich 2014). Ein geordneter Kohleausstieg ist volkswirtschaftlich angeraten. Denn einmal errichtet, laufen Kohlekraftwerke mehrere Jahrzehnte. Da die Erneuerbaren Energien bis Mitte des Jahrhunderts mindestens 80 Prozent des Stroms bereitstellen sollen, ist die Einigung auf einen schrittweisen Kohleausstieg geeignet, um Fehlinvestitionen zu vermeiden. Allerdings ist eine politische Mehrheit oder ein Konsens für einen Kohleausstieg im deutschen Parteienspektrum derzeit noch nicht erkennbar. Es wäre schon viel gewonnen, wenn zumindest die ältesten, ineffizientesten Kraftwerke abgeschaltet würden. Der BUND hat hierzu einen konkreten Vorschlag vorgelegt, die Betriebslaufzeit von Braunkohlekraftwerken bis 2020 auf 35 Jahre zu begrenzen. Diese Regelung beträfe 24 Braunkohleblöcke, die bis einschließlich 1985 in Betrieb gegangen sind (BUND 2014).

Solange jedoch die politischen Mehrheiten für einen Kohleausstieg fehlen, sollten zumindest einzelne Maßnahmen genutzt werden, um den Anteil der Kohle in der Stromerzeugung Schritt für Schritt zurückzuführen. Folgende Möglichkeiten stehen politischen Handlungsträgern zur Verfügung:

## **EMPFEHLUNG NR. 1: HÖHERE CO<sub>2</sub>-PREISE DURCH STÄRKUNG DES EU-EMISSIONS- HANDELS UND ABGABEN AUF KONVENTIONELLE KRAFTWERKE**

Im Rahmen des EU-Emissionshandels sollte die Bundesregierung weiter auf eine dauerhafte Streichung überschüssiger Emissionsrechte drängen. Das sogenannte «Backloading» allein – also die zeitweise Verschiebung der Versteigerung von Emissionsrechten in die Zukunft – genügt nicht, um den Wechsel zu kohlenstoffärmeren Brennstoffen anzureizen.

CO<sub>2</sub>-Preise von derzeit unter 10 Euro pro EU-Allowance (EUA) bieten keinen Anreiz, von kohlenstoffreichen auf kohlenstoffarme Brennstoffe zu wechseln. Ohne wesentliche Änderungen am ETS werden die CO<sub>2</sub>-Preise voraussichtlich bis Mitte der 2020er Jahre niedrig bleiben. Doch CO<sub>2</sub>-Preise in Höhe von rund 40–60 EUR/EUA sind nötig, um in Deutschland Anreize für den Wechsel von Steinkohle bzw. Braunkohle zu Erdgas (aus Norwegen z.B.) zu setzen (Öko-Institut 2014: 24).

Angesichts der politischen Unwägbarkeiten einer umfangreichen ETS-Reform sollte die Bundesregierung in Betracht ziehen, CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftwerken in Deutschland zusätzlich zu besteuern (SRU 2013). Mehrere europäische Länder wie Schweden, Finnland (NREL 2009), die Niederlande (Enerdata 2013) und Frankreich (Platts 2014) tun dies bereits. Im Jahr 2013 führte Großbritannien eine Preisuntergrenze für Emissionsrechte ein (Carbon Brief 2014).

Steigt nur in Deutschland, nicht aber europaweit der CO<sub>2</sub>-Preis, ist nominal allerdings wenig für das Klima gewonnen. Weniger Emissionen aus Deutschland hätten keine Auswirkung auf die Gesamtzahl der Zertifikate in der EU. Jede in Deutschland eingesparte Tonne CO<sub>2</sub> könnte woanders in Europa ausgestoßen werden. Dieser so genannte «Wasserbetteffekt» (Peeters 2010) verdeutlicht, wie wichtig eine umfassende Reform des EU-ETS ist. Das sollte Deutschland und andere Mitgliedsstaaten jedoch nicht davon abhalten, selbst voranzuschreiten. Die Preisgestaltung in den einzelnen Ländern ist nach wie vor wichtig, um innerhalb der EU eine politische Dynamik für ambitioniertere Emissionsreduktionsziele im gesamten Energiesektor zu schaffen.

Ein erster Schritt in Richtung höhere Preise für fossile Energien im deutschen Stromsektor wäre die Abschaffung von Abgaben- und Steuerbegünstigungen. Im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sind konventionelle Kraftwerke von der Umlage auf den Eigenverbrauch ihrer Stromerzeugung ausgenommen. Das Streichen dieser Subvention würde die Energieerzeugung aus fossilen Brennstoffen verteuern und Einnahmen von jährlich bis zu 2,4 Milliarden Euro erzielen (Energy Brainpool 2014). Zusätzlich sind kohlefördernde Unternehmen von den Gebühren für die Förderung und die Grundwasserentnahme befreit (FÖS 2010). Auch diese Subventionen sollten aus klima- wie aus haushaltspolitischen Gründen abgeschafft werden.

## **EMPFEHLUNG NR. 2: EINFÜHRUNG EINES NATIONALEN KLIMASCHUTZGESETZES UND REGULIERUNG DES CO<sub>2</sub>-AUSSTOSSES**

Mit einem nationalen Klimaschutzgesetz könnten die deutsche Klimapolitik konsistenter und die Klimaziele Deutschlands verbindlicher werden. Ein Klimaschutzgesetz könnte auch als Grundlage für die Festlegung von Emissionsrichtwerten für Kraftwerke dienen (IASS 2014), wie sie etwa in den USA bereits praktiziert wird. Dort regelt die Umweltschutzbehörde (EPA) den CO<sub>2</sub>-Ausstoß stationärer Quellen wie Kraftwerken auf der Grundlage des Clean Air Act (EPA 2014). Die Bundesregierung kann auf Vorarbeiten aufbauen. Einen ersten Vorschlag für ein nationales Klimagesetz hat der Deutsche Bundestag bereits diskutiert (Deutscher Bundestag 2014). Die Länder Baden-Württemberg (LT-BW 2013) und Nordrhein-Westfalen (LT-NRW 2013) haben schon vergleichbare Landesgesetze mit verbindlichen Zielen eingeführt. 2008 hat auch Großbritannien ein nationales Klimaschutzgesetz (Climate Change Act 2008) verabschiedet.

## **EMPFEHLUNG NR. 3: ENTWICKLUNG EINER GASSTRATEGIE, UM DIE ROLLE VON ERDGAS, BIOGAS, BIOWASSERSTOFF UND BIOMETHAN ZU STÄRKEN**

Angesichts seiner mangelnden Wettbewerbsfähigkeit sollte die Bundesregierung eine Strategie erarbeiten, um die Produktion und Nutzung von Gas und seiner Infrastruktur in der Stromerzeugung zu stärken. Sonst bedroht der aktuelle Aufschwung der Kohle die weiter benötigten Investitionen in flexible, gasbetriebene Anlagen. Es sollten zudem Synergien zwischen dem Stromsektor und dem Wärme- und Verkehrssektor geschaffen werden. Das weitläufige Leitungsnetz in Deutschland könnte zusätzliche Energie in Form von Biowasserstoff oder Biomethan aufnehmen. Gas könnte nicht nur verstärkt an wind- oder sonnenarmen Tagen für die Stromerzeugung genutzt werden, sondern auch für die Wärmeerzeugung. Dezentrale KWK-Anlagen, die mit Biogas betrieben werden, würden diese gespeicherte Energie effizient nutzen und gleichzeitig Flexibilität garantieren. Teil der Gasstrategie (Dickel 2014) sollte auch sein, die Rolle von Erdgas in der Stromerzeugung über die aktuell diskutierten Kapazitätsmärkte zu stärken, zum Beispiel über eine CO<sub>2</sub>-Komponente.

Zusammengefasst führt eine Stärkung von Gas in der Stromerzeugung nicht nur zu einem geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoß, wenn dadurch die Stromproduktion aus Kohlekraftwerken reduziert würde. Ein weiterer Vorteil wäre, dass auch die Infrastruktur, die für die langfristigen Ziele der Energiewende erforderlich ist, schrittweise aufgebaut werden könnte. Zunächst würde fossiles Erdgas als Übergangsbrennstoff verbraucht, aber schrittweise durch synthetische Brennstoffe (wie erneuerbarer Wasserstoff oder Biomethan) ersetzt werden, sobald diese kostengünstiger sind.



# LITERATUR

- ANDRESEN, T. (2014), «CEO of German Utility RWE Says It Should Have Invested in Renewable Energy Sooner», *Renewable Energy World*, 15. April, [www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2014/04/ceo-of-german-utility-rwe-says-it-should-have-invested-in-renewable-energy-sooner](http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2014/04/ceo-of-german-utility-rwe-says-it-should-have-invested-in-renewable-energy-sooner), Zugriff 25. Mai 2014.
- ARGUS MEDIA (2014), «German coal-fired generation at post-Fukushima low», 1. April, [www.argus-media.com/News/Article?id=897282](http://www.argus-media.com/News/Article?id=897282), Zugriff 25. Mai 2014.
- ARZT, I. (2014), «Braunkohle in Brandenburg – Die Zeichen stehen auf Abbau», *taz*, 29.4., <http://m.taz.de/Braunkohle-in-Brandenburg/!137541;m>, Zugriff 25. Mai 2014.
- BECKER, P. (2011), «Aufstieg und Krise der deutschen Stromkonzerne», Bochum, S. 4.
- BDEW, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2008), «EEG-Mittelfristprognose: Entwicklungen 2000 bis 2014», 22.4., [www.netztransparenz.de/de/file/2008-04-22\\_EEG-MiFri\\_bis\\_2014pdf.pdf](http://www.netztransparenz.de/de/file/2008-04-22_EEG-MiFri_bis_2014pdf.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- BDEW (2014), «Entwicklungen in der deutschen Strom- und Gaswirtschaft 2013», 14.1., [https://bdew.de/internet.nsf/id/20140114-pi-mueller-grundlegende-reform-des-eeg-ist-eine-aufgabeder-neuen-bundesregierung-2014/\\$file/Entwicklungen%20in%20der%20deutschen%20Strom%20und%20Gaswirtschaft%202013.pdf](https://bdew.de/internet.nsf/id/20140114-pi-mueller-grundlegende-reform-des-eeg-ist-eine-aufgabeder-neuen-bundesregierung-2014/$file/Entwicklungen%20in%20der%20deutschen%20Strom%20und%20Gaswirtschaft%202013.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- BEE, Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. (2009), «Stromversorgung 2020. Wege in eine moderne Energiewirtschaft», Berlin, [www.bee-ev.de/\\_downloads/publikationen/studien/2009/090128\\_BEE-Branchenprognose\\_Stromversorgung2020.pdf](http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/studien/2009/090128_BEE-Branchenprognose_Stromversorgung2020.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- BIRNBAUM, M. (2013), «Europe consuming more coal», *Washington Post*, February 8, [www.washingtonpost.com/world/europe-consuming-more-coal/2013/02/07/ec21026a-6bfe-11e2-bd36-c0fe61a205f6\\_story.html](http://www.washingtonpost.com/world/europe-consuming-more-coal/2013/02/07/ec21026a-6bfe-11e2-bd36-c0fe61a205f6_story.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2004a), «National Allocation Plan for the Federal Republic of Germany 2005–2007», Berlin, [www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/nap\\_kabi\\_en.pdf](http://fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/nap_kabi_en.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- BMU (2004b), «Emissionshandel – Trittin: Ein schwieriger, aber tragfähiger Kompromiss», Berlin, 30.3., [www.pressrelations.de/new/standard/result\\_main.cfm?pfach=1&n\\_firmanr\\_=101772&sektor=pm&detail=1&r=151975&sid=&aktion=jour\\_pm&quelle=0](http://www.pressrelations.de/new/standard/result_main.cfm?pfach=1&n_firmanr_=101772&sektor=pm&detail=1&r=151975&sid=&aktion=jour_pm&quelle=0), Zugriff 25. Mai 2014.
- BMU (2005), «Juergen Trittin: A global transformation of energy structures benefits the climate and the economy», Berlin, [www.erneuerbare-energien.de/en/unser-service/press/detailview/artikel/juergen-trittin-a-global-transformation-of-energy-structures-benefits-the-climate-and-the-economy](http://www.erneuerbare-energien.de/en/unser-service/press/detailview/artikel/juergen-trittin-a-global-transformation-of-energy-structures-benefits-the-climate-and-the-economy), Zugriff 25. Mai 2014.
- BMWE, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014), «Zweiter Monitoring-Bericht «Energie der Zukunft»», Berlin, März, S. 86, [www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/zweiter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/zweiter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- BNETZA, Bundesnetzagentur (2008), «Monitoringbericht 2008.» (Monitoring Report 2008), Bonn, July, [www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetz-agentur/Publikationen/Berichte/2008/Monitoringbericht08EnergieId14513pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetz-agentur/Publikationen/Berichte/2008/Monitoringbericht08EnergieId14513pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2), Zugriff 25. Mai 2014.
- BNETZA (2012), «Kraftwerksliste 2012», Bonn, 2.7., [www.solarify.eu/wp-content/uploads/2012/07/VeroeffKraftwerksliste\\_xls.xls](http://www.solarify.eu/wp-content/uploads/2012/07/VeroeffKraftwerksliste_xls.xls), Zugriff 25. Mai 2014.

- BNETZA (2014a), «Liste der Kraftwerksstilllegungsanzeigen», Bonn, 14.4., [www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1411/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/KWSAL/KWSAL\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1411/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/KWSAL/KWSAL_node.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- BNETZA (2014b), «Netzentwicklungsplan Strom, 1. Entwurf», [www.netzentwicklungsplan.de/\\_NEP\\_file\\_transfer/NEP\\_2014\\_1\\_Entwurf\\_Kap\\_1\\_bis\\_3.pdf](http://www.netzentwicklungsplan.de/_NEP_file_transfer/NEP_2014_1_Entwurf_Kap_1_bis_3.pdf), Zugriff 9. Oktober 2014.
- BODE, S., L. Hübl, J. Schaffner, S. Twelemann (2005), «Discrimination against Newcomers: Impacts of the German Emission Trading Regime on the Electricity Sector», University of Hannover, S. 11, [www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/22428/1/dp-316.pdf](http://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/22428/1/dp-316.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- BUND, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2013), «Geplante und im Bau befindliche Kohlekraftwerke», 25.4., [www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima\\_und\\_energie/121123\\_bund\\_klima\\_energie\\_kokw\\_verfahrensstand\\_liste.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima_und_energie/121123_bund_klima_energie_kokw_verfahrensstand_liste.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- BUND (2014), «Der BUND-Abschaltplan: Laufzeitbegrenzung für die ältesten Braunkohleblöcke bis 2020», Berlin, 29. August 2014, [www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima\\_und\\_energie/140828\\_bund\\_klima\\_energie\\_laufzeitbegrenzung\\_kohlekraftwerke.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima_und_energie/140828_bund_klima_energie_laufzeitbegrenzung_kohlekraftwerke.pdf), Zugriff 10. Oktober 2014.
- BUNDESREGIERUNG (2014), «Erneuerbare Energien: Ein neues Zeitalter hat begonnen», Berlin, [www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/Energieversorgung/ErneuerbareEnergien-Zeitalter/\\_node.html#doc516106bodyText1](http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/Energieversorgung/ErneuerbareEnergien-Zeitalter/_node.html#doc516106bodyText1), Zugriff 25. Mai 2014.
- BURGER, B. (2014), «Electricity production from solar and wind in Germany in 2014», Freiburg, 19.5., [www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-englisch/pdf-files-englisch/data-nivc-/electricity-production-from-solar-and-wind-in-germany-2014.pdf](http://www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-englisch/pdf-files-englisch/data-nivc-/electricity-production-from-solar-and-wind-in-germany-2014.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- BUTCHER, C. (2012), «Europe: More Coal, Then Less», Powermag, 1.5., [www.powermag.com/europe-more-coal-then-less/?printmode=1](http://www.powermag.com/europe-more-coal-then-less/?printmode=1), Zugriff 25. Mai 2014.
- CARBON BRIEF (2014), «Unpopular but tenacious: A guide to the UK carbon price floor», November, [www.carbonbrief.org/blog/2013/11/unpopular-but-tenacious-a-guide-to-the-uk-carbon-price-floor](http://www.carbonbrief.org/blog/2013/11/unpopular-but-tenacious-a-guide-to-the-uk-carbon-price-floor), Zugriff 8. Oktober 2014.
- CITIBANK (2013), «Energy Darwinism: the evolution of the energy industry,» Oktober 2013.
- CLIMATE CHANGE ACT (2008), The National Archives, [www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents](http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents), Zugriff 8. Oktober 2014.
- CLUDIUS, J., H. Hermann, F. Matthes, V. Graichen (2014), «The Merit Order Effect of Wind and Photovoltaic Electricity Generation in Germany 2008–2016», Sydney, Berlin, [www.oeko.de/oekodoc/2025/2014-610-en.pdf](http://www.oeko.de/oekodoc/2025/2014-610-en.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- CONSENTEC/EWI, IAEW (2008), «Analyse und Bewertung der Versorgungssicherheit in der Elektrizitätsversorgung», commissioned by the Federal Ministry of the Economy and Technology, Aachen and Cologne, [www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/Studien/Politik\\_und\\_Gesellschaft/2008/EWI\\_2008-08-12\\_Versorgungssicherheit-Gutachten.pdf](http://www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Studien/Politik_und_Gesellschaft/2008/EWI_2008-08-12_Versorgungssicherheit-Gutachten.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- COUTURE, T., Y. Gagnon (2009), «An analysis of feed-in tariff remuneration models: Implications for renewable energy investment», Moncton, [www.mresearch.com/pdfs/docket4185/NG11/doc15.pdf](http://www.mresearch.com/pdfs/docket4185/NG11/doc15.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- DEBRIV, Bundesverband Braunkohle (2012), Informationen und Meinungen. 5/2012, <http://archive.today/zIKTP>, Zugriff 8. Oktober 2014.
- DENA, Deutsche Energie Agentur (2005), «Netzstudie», 24.2., Köln, [www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/Energiesysteme/Dokumente/dena-Netzstudie.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Energiesysteme/Dokumente/dena-Netzstudie.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2014), «Entwurf eines Gesetzes zur Festlegung nationaler Klimaschutzziele und zur Förderung des Klimaschutzes», Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Drucksache 18/1612, 3. Juni, <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/016/1801612.pdf>, Zugriff 8. Oktober 2014.
- DICKEL, R. (2014), «The New German Energy Policy - What Role for Gas in a De-carbonization Policy?» The Oxford Institute for Energy Studies, University of Oxford, S. 70–120, [www.oxford-energy.org/wp-content/uploads/2014/03/NG-85.pdf](http://www.oxford-energy.org/wp-content/uploads/2014/03/NG-85.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.

- DLR/IER, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (2014), Kurzstudie zur Kapazitätsentwicklung in Süddeutschland bis 2025 unter Berücksichtigung der Situation in Deutschland und den europäischen Nachbarstaaten, Studie für das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 17. September, [https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5\\_Energie/Versorgungssicherheit/Kurzstudie\\_Kapazitaetsentwicklung\\_Sueddeutschland.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Versorgungssicherheit/Kurzstudie_Kapazitaetsentwicklung_Sueddeutschland.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- DLR/IFEU/WUPPERTAL INSTITUTE (2004), «Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland», commissioned by the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal, March, [www.dlr.de/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Oekologisch\\_optimierter\\_Ausbau\\_Langfassung.pdf](http://www.dlr.de/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Oekologisch_optimierter_Ausbau_Langfassung.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- EC, European Commission (2003), «Directive 2001/80/EC on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants», Brussels, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1401040714260&uri=CELEX:32003H0047>, Zugriff 25. Mai 2014.
- EC (2010), «Directive 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention control)», Brussels, 17.12., <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:en:PDF>, Zugriff 25. Mai 2014.
- EC (2014), «EU ETS 2005–2012», Brussels, [http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013/index_en.htm), Zugriff 25. Mai 2014.
- ELIA SYSTEM OPERATOR (2013), «ALEGrO: une interconnexion électrique entre la Belgique et l'Allemagne au bénéfice de la collectivité», Mai 2013, Brussels, [www.elia.be/en/projects/grid-projects/alegro/alegro-content](http://www.elia.be/en/projects/grid-projects/alegro/alegro-content)
- ENERDATA (2013), «Netherlands adopts Energy Agreement on renewables and energy savings», September, [www.enerdata.net/enerdatauk/press-and-publication/energy-news-001/netherlands-adopts-energy-agreement-renewables-and-energy-savings\\_22155.html](http://www.enerdata.net/enerdatauk/press-and-publication/energy-news-001/netherlands-adopts-energy-agreement-renewables-and-energy-savings_22155.html), Zugriff 8. Oktober 2014.
- ENERGY BRAINPOOL (2014), «Wirkung einer EEG-Umlage auf den Kraftwerkseigenverbrauch», Studie im Auftrag vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) und von Greenpeace e.V., Berlin, 11. April, [www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/energie/140425\\_bund\\_klima\\_energie\\_eeg\\_umlage\\_kraftwerkverbrauch\\_studie.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/energie/140425_bund_klima_energie_eeg_umlage_kraftwerkverbrauch_studie.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- ENQUETE, Enquete-Kommission Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung (2002), «Endbericht», Deutscher Bundestag, Drucksache 14/9400, Berlin <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/14/094/1409400.pdf>, Zugriff 25. Mai 2014.
- EPA, Environmental Protection Agency (2014), «What EPA is doing», <http://www2.epa.gov/carbon-pollution-standards/what-epa-doing>, Zugriff 8. Oktober 2014.
- EURACOAL, European Association for Coal and Lignite (2013), «Coal Industry Across Europe», 5th Edition, S. 5–15, 29–33, [www.euracoal.be/componenten/download.php?filedata=1384435929.pdf&filename=Coal-Industry-Across-Europe\\_2013.pdf&mimetype=application/pdf](http://www.euracoal.be/componenten/download.php?filedata=1384435929.pdf&filename=Coal-Industry-Across-Europe_2013.pdf&mimetype=application/pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- EWI/PROGNOS, Energiewirtschaftliches Institut der Universität Köln, Prognos AG (2007), «Endbericht. Energieszenarien für den Energiegipfel 2007», commissioned by the Federal Ministry of the Economy and Technology, Cologne and Basel, [www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/Energieszenarien-fuer-den-Energiegipfel-D-2007.pdf](http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/Energieszenarien-fuer-den-Energiegipfel-D-2007.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- EWI/GWS/PROGNOS, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung, Prognos AG (2011), «Energieszenarien 2011», Basel, Köln, Osnabrück, [www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/11\\_08\\_12\\_Energieszenarien\\_2011.pdf](http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/11_08_12_Energieszenarien_2011.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- FAULSTICH, M. (2014), «Raus aus der Kohle», Interview in *DIE ZEIT*, 18/2014, Hamburg, [www.zeit.de/2014/18/klimapolitik-energie-wende-faulstich/komplettansicht](http://www.zeit.de/2014/18/klimapolitik-energie-wende-faulstich/komplettansicht), Zugriff 8. Oktober 2014.

- FÖS, Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (2009), «Wirtschaftswissenschaftler/Innen-Erklärung zum Neubau von Kohlekraftwerken in Deutschland», Berlin, [www.wiwis-kohle.de/wp-content/uploads/2009/09/WirtschaftswissenschaftlerInnen\\_Erklaerung\\_Kohlekraft1.pdf](http://www.wiwis-kohle.de/wp-content/uploads/2009/09/WirtschaftswissenschaftlerInnen_Erklaerung_Kohlekraft1.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- FÖS (2010), Staatliche Förderungen der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950–2008, Studie im Auftrag von Greenpeace, Berlin, Juni, [www.foes.de/pdf/Kohlesubventionen\\_1950\\_2008.pdf](http://www.foes.de/pdf/Kohlesubventionen_1950_2008.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- HERMANN, H., R. Harthan (2014), «CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Kohleverstromung in Deutschland», Berlin, S. 14, [www.oeko.de/oekodoc/1995/2014-015-de.pdf](http://www.oeko.de/oekodoc/1995/2014-015-de.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- HERZOG, H. (2014), «Cancelled and Inactive Projects», Overview of Carbon Capture & Sequestration Technologies, MIT Energy Initiative, Massachusetts Institute of Technology, Boston, [http://sequestration.mit.edu/tools/projects/index\\_cancelled.html](http://sequestration.mit.edu/tools/projects/index_cancelled.html),
- HOENIG, M. (2010), «Streit um Kraftwerk Moorburg ist beigelegt», *Hamburger Abendblatt*, 26.8., [www.abendblatt.de/hamburg/kommunales/article1612319/Streit-um-Kraftwerk-Moorburg-ist-beigelegt.html](http://www.abendblatt.de/hamburg/kommunales/article1612319/Streit-um-Kraftwerk-Moorburg-ist-beigelegt.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- IASS, Institute for Advanced Sustainability Studies (2014), «CO<sub>2</sub>-Emissionsgrenzwerte für Kraftwerke – Ausgestaltungsansätze und Bewertung einer möglichen Einführung auf nationaler Ebene», Potsdam, April, [www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/working\\_paper\\_emissionsgrenzwerte\\_1.pdf](http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/working_paper_emissionsgrenzwerte_1.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- IEA, International Energy Agency (2013), «Coal Information 2013», Paris, S. 11–17.
- IESO (2013), «18-month outlook. From December 2013 to May 2015», 12.12., [www.ieso.ca/imoweb/pubs/marketReports/18MonthOutlook\\_2013dec.pdf](http://www.ieso.ca/imoweb/pubs/marketReports/18MonthOutlook_2013dec.pdf)
- JONES, D., Worthington, B. (2014), «Europe's failure to tackle», London, Juli 2014, [coal www.sandbag.org.uk/site\\_media/pdfs/reports/Europes\\_failure\\_to\\_tackle\\_coal.pdf](http://www.sandbag.org.uk/site_media/pdfs/reports/Europes_failure_to_tackle_coal.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- KANTER, J. (2008), «EU carbon trading system brings windfalls for some, with little benefit to climate», *New York Times*, 9.12., [www.nytimes.com/2008/12/09/business/worldbusiness/09iht-windfall.4.18536167.html?pagewanted=all&r=2&](http://www.nytimes.com/2008/12/09/business/worldbusiness/09iht-windfall.4.18536167.html?pagewanted=all&r=2&), Zugriff 25. Mai 2014.
- KOHLMANN, R. (2013), «Die Energiewende braucht einen Wettbewerb der Flexibilitäten, nicht der Kapazitäten», Präsentation bei den Energy Talks Ossiach 2013, 6.6., S. 13, [www.energytalks.com/Contents/PPT/ET13\\_T1\\_07\\_Kohlmann.pdf](http://www.energytalks.com/Contents/PPT/ET13_T1_07_Kohlmann.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- LT-BW, Landtag von Baden-Württemberg (2013), «Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Baden-Württemberg», Drucksache 15/3842, 17. Juli, [http://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4\\_Klima/Klimaschutz/Klimaschutzgesetz/Gesetzesbeschluss\\_Klimaschutzgesetz.pdf](http://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimaschutz/Klimaschutzgesetz/Gesetzesbeschluss_Klimaschutzgesetz.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- LT-NRW, Landtag von Nordrhein-Westfalen (2013), «Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen», Drucksache 16/29, 23. Januar, [www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMG16-29.pdf?von=1&bis=0](http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMG16-29.pdf?von=1&bis=0), Zugriff 8. Oktober 2014.
- LANG, M. (2011), «Vattenfall Cancels CCS Demonstration Project in Jämschalde», German Energy Blog, 6.12., [www.germanenergyblog.de/?p=8070](http://www.germanenergyblog.de/?p=8070), Zugriff 25. Mai 2014.
- MCCOWN, B. (2013), «Germany's Energy Goes Kaput, Threatening Economic Stability», Forbes, December 30, [www.forbes.com/sites/brighammccown/2013/12/30/germanys-energy-goes-kaput-threatening-economic-stability](http://www.forbes.com/sites/brighammccown/2013/12/30/germanys-energy-goes-kaput-threatening-economic-stability), Zugriff 25. Mai 2014.
- MEIER, M. (2014), «Zweite Chance für Datteln», Klimaretter, 15.5., [www.klimaretter.info/wirtschaft/hintergrund/16410-zweite-chance-fuer-datteln](http://www.klimaretter.info/wirtschaft/hintergrund/16410-zweite-chance-fuer-datteln), Zugriff 25. Mai 2014.
- MORISON, R., J. Mengewein (2014), «German Power Costs Seen Dropping for Fourth Year», Bloomberg, 3.1., [www.bloomberg.com/news/2014-01-03/german-power-costs-seen-dropping-for-fourth-year-energy.html](http://www.bloomberg.com/news/2014-01-03/german-power-costs-seen-dropping-for-fourth-year-energy.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- MORRIS, C. (2012), «Energy transition- Germany rejects new coal», *Renewables International*, 23.7., [www.renewablesinternational.net/germany-rejects-new-coal/150/537/39718](http://www.renewablesinternational.net/germany-rejects-new-coal/150/537/39718), Zugriff 25. Mai 2014.
- MORRIS, C. (2014a), «Carbon emissions from German power consumption to drop in 2014», *Renewables International*, January 6, [www.renewablesinternational.net/carbon-emissions-from-german-power-consumption-to-drop-in-2014/150/537/75788](http://www.renewablesinternational.net/carbon-emissions-from-german-power-consumption-to-drop-in-2014/150/537/75788), Zugriff 25. Mai 2014.

- MORRIS, C. (2014b), «Curtaiment of renewable electricity drops – Monitoring Report Part 3», EnergyTransition.de, 13.1., <http://energytransition.de/2014/01/curtailment-of-renewable-electricity-drops>, Zugriff 25. Mai 2014.
- MORRIS, C. (2014c), «Wind capacity and generation capacity in UK», *Renewables International*, 31.1., [www.renewablesinternational.net/wind-capacity-and-generation-capacity-in-uk/150/435/76583](http://www.renewablesinternational.net/wind-capacity-and-generation-capacity-in-uk/150/435/76583)
- MORRIS, C. (2014d), «Closing sooner than expected: baseload power», *Renewables International*, 31.3., [www.renewablesinternational.net/closing-sooner-than-expected-baseload-power/150/537/77896](http://www.renewablesinternational.net/closing-sooner-than-expected-baseload-power/150/537/77896), Zugriff 25. Mai 2014.
- NITSCH, J., DLR (2007), «Leitstudie 2007. Ausbaustrategie Erneuerbare Energien.», commissioned by the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Februar, [http://elib.dlr.de/56730/1/Nitsch\\_Leitstudie\\_2007.pdf](http://elib.dlr.de/56730/1/Nitsch_Leitstudie_2007.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- NREL, National Renewable Energy Laboratory (2009), «Carbon Taxes: A Review of Experience and Policy Design Considerations», *Technical Report*, NREL/TP-6A2-47312, December, [www.nrel.gov/docs/fy10osti/47312.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy10osti/47312.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- ÖKO-INSTITUT (2014), «CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Kohleverstromung in Deutschland», [www.oeko.de/oekodoc/1995/2014-015-de.pdf](http://www.oeko.de/oekodoc/1995/2014-015-de.pdf), Zugriff 5. Oktober 2014.
- ODENWALD, M. (2009), «Muss Deutschland Vorreiter beim Klima sein?», *Focus*, 23.9., [www.focus.de/wissen/klima/tid-15594/focus-online-fakten-check-das-meinen-experten-weit-entfernt-von-einigkeit\\_aid\\_438039.html](http://www.focus.de/wissen/klima/tid-15594/focus-online-fakten-check-das-meinen-experten-weit-entfernt-von-einigkeit_aid_438039.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- PEETERS, M. (2010), *Climate Law in The Netherlands: The Search towards a National Legislative Framework for a Global Problem*, Netherlands Comparative Law Association, [www.ejcl.org/143/art143-13.pdf](http://www.ejcl.org/143/art143-13.pdf), Zugriff 8. Oktober 2014.
- PLATTS (2014), «France adopts 2014 budget; carbon tax on fossil fuels», Dezember, [www.platts.com/latest-news/electric-power/london/france-adopts-2014-budget-carbon-tax-on-fossil-26563408](http://www.platts.com/latest-news/electric-power/london/france-adopts-2014-budget-carbon-tax-on-fossil-26563408), Zugriff 8. Oktober 2014.
- PÖYRY (2013), «Outlook for New Coal-Fired Power Stations in Germany, the Netherlands and Spain», April, S. 1-20, 290-37, [www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/194335/Poyry\\_Report\\_-\\_Coal\\_fired\\_power\\_generation\\_in\\_Germany.pdf](http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/194335/Poyry_Report_-_Coal_fired_power_generation_in_Germany.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- RENSSEN, S. van (2014a), «East European countries place bombshell under EU climate policy», *energy post*, 13.5., [www.energypost.eu/east-european-countries-place-bombshell-eu-climate-policy](http://www.energypost.eu/east-european-countries-place-bombshell-eu-climate-policy), Zugriff 25. Mai 2014.
- RENSSEN, S. van (2014b), «EU deeply divided over 2030 climate and energy policy», *energy post*, 21.5., [www.energypost.eu/tag/european-gas-market](http://www.energypost.eu/tag/european-gas-market), Zugriff 25. Mai 2014.
- SRU, Sachverständigenrat für Umweltfragen (2009), «Weichenstellungen für eine nachhaltige Stromversorgung», Berlin, [www.umweltrat.de/clin\\_135/sid\\_D66216CDF015FBAF9F8744B3FA246514/SharedDocs/Downloads/DE/06\\_Hintergrundinformationen/2009\\_Thesen\\_Weichenstellungen\\_Stromversorgung\\_Hohmeyer.html](http://www.umweltrat.de/clin_135/sid_D66216CDF015FBAF9F8744B3FA246514/SharedDocs/Downloads/DE/06_Hintergrundinformationen/2009_Thesen_Weichenstellungen_Stromversorgung_Hohmeyer.html), accessed May 25, 2014.
- SRU (2013), «Den Strommarkt der Zukunft gestalten»; Sondergutachten, Berlin, November, [www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02\\_Sondergutachten/2013\\_11\\_SG\\_Strommarkt\\_der\\_Zukunft\\_gestalten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2013_11_SG_Strommarkt_der_Zukunft_gestalten.pdf?__blob=publicationFile), Zugriff 8. Oktober 2014.
- SCHEER, H. (2005), «Fossiler Ersatz für fossile Kraftwerke unnötig», 29.9., [www.hermannscheer.de/de/index.php/pressemitteilungen-2005-archivmenupressemitteilu-91/180-fossiler-ersatz-fossile-kraftwerke-unn](http://www.hermannscheer.de/de/index.php/pressemitteilungen-2005-archivmenupressemitteilu-91/180-fossiler-ersatz-fossile-kraftwerke-unn), Zugriff 25. Mai 2014.
- SCHEER, H. (2008), «Green giant urges energy rethink», *Toronto Star*, 18.12., [www.thestar.com/business/2008/12/18/green\\_giant\\_urges\\_energy\\_rethink.html](http://www.thestar.com/business/2008/12/18/green_giant_urges_energy_rethink.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- SCHULTZ, S. (2012), «Flexible Fossils: A New Role for Coal in German Energy Revolution», *Spiegel Online International*, 7.9., [www.spiegel.de/international/germany/new-coal-fired-plants-could-be-key-to-german-energy-revolution-a-854335.html](http://www.spiegel.de/international/germany/new-coal-fired-plants-could-be-key-to-german-energy-revolution-a-854335.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- SEIDLER, C. (2014), «Klimaschutztechnik: Vattenfall gibt CCS-Forschung weitgehend auf», *Spiegel Online*, 7.5., [www.spiegel.de/wissenschaft/technik/rueckzug-vattenfall-gibt-forschung-zu-ccs-weitgehend-auf-a-968042.html](http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/rueckzug-vattenfall-gibt-forschung-zu-ccs-weitgehend-auf-a-968042.html), Zugriff 25. Mai 2014.

- SPIEGEL ONLINE (2012), «Attacke vor Gericht: Netzbetreiber wollen elf Prozent Rendite erklagen», 13.9., [www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/netzbetreiber-wollen-elf-prozent-rendite-erklagen-a-855720.html](http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/netzbetreiber-wollen-elf-prozent-rendite-erklagen-a-855720.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- STROM-MAGAZIN (2009), «Gabriel betont Notwendigkeit neuer Kohlekraftwerke», 16.3., [www.strom-magazin.de/strommarkt/gabriel-betont-notwendigkeit-neuer-kohlekraftwerke\\_25429.html](http://www.strom-magazin.de/strommarkt/gabriel-betont-notwendigkeit-neuer-kohlekraftwerke_25429.html), Zugriff 25. Mai 2014.
- TREND:RESEARCH (2013), «Anteile einzelner Marktakteure an Erneuerbare Energien-Anlagen in Deutschland», 2. Edition, Bremen, [www.trendresearch.de/studien/16-0188-2.pdf?41c6806d6a74510c0999bb1089420467](http://www.trendresearch.de/studien/16-0188-2.pdf?41c6806d6a74510c0999bb1089420467), Zugriff 25. Mai 2014.
- UBA, Umweltbundesamt (2013), «Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012», Dessau, Mai, S. 10, [www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/climate\\_change\\_07\\_2013\\_icha\\_co2emissionen\\_des\\_dt\\_strommixes\\_webfassung\\_barrierefrei.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/climate_change_07_2013_icha_co2emissionen_des_dt_strommixes_webfassung_barrierefrei.pdf), Zugriff 25. Mai, 2014.
- WEALE, G. (2014), «Transition of the German utilities: increasing the emphasis on the service component of supply», presentation given at Platt's European Power Summit in Berlin on 28 April 2014.
- ZESCHMAR-LAHL, B. (2014), «Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland – Stand der Technik der Emissionsminderung», [http://oliver-krischer.eu/fileadmin/user\\_upload/gruene\\_btf\\_krischer/2014/Quecksilberemissionen\\_aus\\_Kohlekraftwerken\\_in\\_Deutschland\\_final.pdf](http://oliver-krischer.eu/fileadmin/user_upload/gruene_btf_krischer/2014/Quecksilberemissionen_aus_Kohlekraftwerken_in_Deutschland_final.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.
- ZUTEILUNGSGESETZ 2012 (2012), «Gesetz über den nationalen Zuteilungsplan für Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2008 bis 2012», Berlin 2007, [www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/zug\\_2012/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/zug_2012/gesamt.pdf), Zugriff 25. Mai 2014.





Die Energiewende ist erfolgreicher, als selbst die meisten Befürworter erwartet hätten. Doch ein Makel bleibt: Die Erneuerbaren Energien haben zwar den Wegfall des Atomstroms mehr als kompensiert, aber auf dem heutigen Strommarkt werden die klimaschädlichsten Kapazitäten bevorzugt; in Deutschland ist das vor allem Strom aus Braunkohle. Dies hintertreibt die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung und gefährdet den internationalen Vorbildcharakter der Energiewende.

Die vorliegende Publikation «Braunkohle – Irrläufer der deutschen Stromerzeugung» gibt Einblick in die Gründe dieses sogenannten «Energiewendeparadoxes». Denn es ist vor allem ein «Kapazitätsparadox»: Durch die Neubauprojekte der letzten Jahre existieren nun Überkapazitäten an Kohlekraftwerken. Wie man aus diesem Dilemma herauskommt, beschreiben die Autoren Craig Morris und Arne Jungjohann.

**Heinrich-Böll-Stiftung e.V.**

Die grüne politische Stiftung

Schumannstraße 8, 10117 Berlin  
T 030 285340 F 030 28534109 E [info@boell.de](mailto:info@boell.de) W [www.boell.de](http://www.boell.de)

ISBN 978-3-86928-134-6